



**TUGAS AKHIR - RE 141581**

# **PENGELOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (B3) LABORATORIUM DI KAMPUS ITS**

**TRESTA NURINA CIPTANINGAYU**  
**3313100012**

**Dosen Pembimbing:**  
**Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2017**





**TUGAS AKHIR - RE 141581**

# **PENGELOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (B3) LABORATORIUM DI KAMPUS ITS**

**TRESTA NURINA CIPTANINGAYU**  
**3313100012**

**Dosen Pembimbing:**  
**Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2017**



**FINAL PROJECT - RE 141581**

## **MANAGEMENT OF LABORATORY HAZARDOUS WASTE IN ITS CAMPUS**

**Tresta Nurina Ciptaningayu**  
**3313100012**

**SUPERVISOR**  
**Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc**

**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING**  
**Faculty of Civil Engineering and Planning**  
**Institute of Technology Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2017**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PENGELOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (B3) LABORATORIUM DI KAMPUS ITS

#### TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh

**TRESTA NURINA Ciptaningayu**  
NRP. 3313 100 012

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

**Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum M.App.Sc**  
NIP. 19530706 198403 2 004





## **Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Laboratorium di Kampus ITS**

Nama Mahasiswa : Tresta Nurina Ciptaningayu  
NRP : 3313100012  
Departemen : Teknik Lingkungan  
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum,  
M.App.Sc

### **ABSTRAK**

ITS memiliki lima fakultas dengan 157 laboratorium yang diantaranya ada yang berpotensi menghasilkan limbah B3 yang bersifat cair maupun padat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan laju timbulan dan jenis limbah B3 laboratorium, menginventarisasi pengelolaan limbah B3 laboratorium yang ada di ITS, serta menentukan strategi pengelolaan limbah B3 laboratorium.

Penelitian ini dilakukan di lima departemen terpilih, yaitu Departemen Kimia, Departemen Biologi, Departemen Teknik Kimia, Departemen Teknik Material dan Metalurgi, dan Departemen Teknik Lingkungan. Identifikasi laju timbulan dan jenis limbah B3 laboratorium dilakukan dengan menampung limbah B3 laboratorium yang dihasilkan dari kegiatan praktikum dan penelitian. Limbah B3 cair ditampung pada wadah berukuran 2,5 L yang diberi label asam, basa, beracun organik, logam berat, mudah menyala, dan mudah meledak. Laju timbulan limbah B3 cair diukur selama enam hari menggunakan gelas ukur berukuran 2 L. Kemudian limbah B3 cair dikompositkan dan dianalisis pH serta kadar logam beratnya. Limbah B3 padat ditampung dalam wadah berukuran 25 L dan diukur laju timbulannya selama enam hari menggunakan timbangan. Kegiatan pengurangan, pewadahan, penyimpanan, dan pengumpulan dianalisis dengan observasi dan wawancara. Strategi pengelolaan limbah B3 laboratorium didasarkan pada pendapat dari para tenaga kependidikan. Data yang didapatkan diolah dengan metode *Strength, Weakness, Opportunity, Threats (SWOT)*.

Jenis limbah B3 laboratorium yang dihasilkan di Kampus ITS pada periode semester genap adalah asam, basa, beracun organik, dan logam berat. Total bahan kimia kadaluarsa padat sebanyak 29,5 kg dan bahan kimia kadaluarsa cair sebanyak 13,42 L. Laju timbunan dari limbah B3 jenis asam, basa, beracun organik, dan mengandung logam berat sebesar 1,6 L/hari; 4,9 L/hari; 1,2 L/hari; 3,3 L/hari. Limbah B3 padat yang dihasilkan sebanyak 0,9 kg/hari. Pengelolaan limbah B3 laboratorium di Kampus ITS yang meliputi kegiatan pengurangan, pewadahan, penyimpanan, pengumpulan, dan pengolahan belum dapat terlaksana dengan baik. Tiga departemen (Departemen Teknik Kimia, Departemen Teknik Material dan Metalurgi, dan Departemen Teknik Lingkungan) telah melakukan kegiatan pemisahan limbah B3 laboratorium. Departemen Teknik Lingkungan telah melakukan pemberian simbol pada wadah penampung limbah B3 laboratorium. Departemen Kimia memiliki IPAL B3 yang telah beroperasi dan melayani Departemen Biologi dan Departemen Teknik Material dan Metalurgi. Departemen Teknik Kimia melakukan kerjasama dengan pihak ketiga untuk pengumpulan limbah B3. Strategi yang dapat digunakan untuk pengelolaan limbah B3 laboratorium di Kampus ITS adalah kepemilikan izin dalam kegiatan penyimpanan dan pengolahan limbah B3 laboratorium, melakukan kegiatan pemberian simbol dan label serta penyimpanan limbah B3 laboratorium, melakukan kerjasama dengan pihak ketiga, melakukan optimalisasi fasilitas pengolahan limbah B3 laboratorium, serta mengadakan pelatihan untuk tenaga kependidikan mengenai pengelolaan limbah B3 laboratorium dan *operation* dan *maintenance* fasilitas pengolahan limbah B3 laboratorium.

***Kata kunci : ITS, laboratorium, limbah B3, pengelolaan, SWOT***



## **Management of Laboratory Hazardous Waste at ITS Campus**

Name of Student : Tresta Nurina Ciptaningayu  
ID Number : 3313100012  
Department : Teknik Lingkungan  
Supervisor : Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum,  
M.App.Sc

### **ABSTRACT**

*ITS has five faculties with 157 laboratories that some of them could potentially produce liquid or solid hazardous waste. The aims of this research were: (1) to determine the generation rate and type of laboratory hazardous waste, (2) to conduct an inventory of laboratory hazardous waste management in ITS, and (3) to determine the laboratory hazardous waste management strategy in ITS.*

*This research was done in five selected departments, namely Chemistry, Biology, Chemical Engineering, Material and Metallurgy, and Environmental Engineering. Identification of laboratory hazardous waste generation rates was carried out by direct observation and measurement. The liquid hazardous waste was placed in containers with appropriate acid, base, toxic organic, heavy metal, flammable, and explosive labels. The generation rate of the laboratory hazardous waste was measured for six days using 2 L measuring cylinder. Then the liquid waste was composited for pH and heavy metal analyses. The hazardous solid waste was placed in a 25 L container and measured for six days using a scale. The activities of reduction, storage, and collection were analyzed by observation and interview. Laboratory hazardous waste management strategy was based on educational staff opinion. The data obtained were processed by Strength, Weakness, Opportunity, Threats (SWOT) method.*

*The laboratory hazardous waste produced during the second semester of academic year 2016/2017 comprised acid, base, toxic organics, and heavy metals. The total quantity of expired solid chemicals were 29.5 kg, and that of expired liquid*

chemicals was 13.42 L. The generation rates of acidic, alkaline, toxic organic, and heavy metal waste were 1.6 L/day, 4.9 L/day, 1.2 L/day, and 3.3 L/day respectively. The hazardous solid waste was generated 0.9 kg/day. The management of laboratory hazardous waste in ITS Campus, which included reduction, storage, collection, and treatment activities, has not been implemented properly. Three departments (Chemical Engineering, Material and Metallurgical Engineering, and Environmental Engineering) have performed hazardous waste separation. Only Department of Environmental Engineering provided symbols in each hazardous waste container. Department of Chemistry has owned and operated hazardous waste treatment plant, which served Department of Biology and Material and Metallurgical Engineering. Department of Chemical Engineering has also cooperated with a third party for hazardous waste collection. The following strategies were proposed for improving the management of laboratory hazardous waste in ITS. These strategies were: applying hazardous waste storage and treatment permits to the authorized agency, providing and operating laboratory hazardous waste storage, providing hazardous waste symbols and labels in each container, managing cooperation with third party for hazardous waste collection, optimizing the performance of laboratory hazardous waste treatment plant; conducting training program for laboratory staff concerning laboratory waste management and treatment plant operation and maintenance.

**Key words : hazardous waste, ITS, laboratory, management, SWOT**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Laboratorium di Kampus ITS”. Atas terselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.AppSc. selaku dosen pembimbing, terima kasih atas bimbingan dan arahan yang telah diberikan kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ali Masduqi, ST. MT. Bapak Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si, MT. dan Ibu Dr. Ir. Ellina S. Pandebesie, MT. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, masukan dan bimbingan demi kebaikan penulis.
3. Keluarga dan teman-teman terdekat yang telah banyak mendoakan dan membantu penulis baik materi maupun mental.
4. Teman-teman mahasiswa Teknik Lingkungan ITS khususnya angkatan 2013 yang telah bersama-sama berjuang dalam menyelesaikan Laporan Draft Tugas Akhir serta dukungan dan semangat yang diberikan.
5. Pihak lain yang terkait yaitu Departemen Teknik Lingkungan, Departemen Teknik Material dan Metalurgi, Departemen Teknik Kimia, Departemen Kimia, Departemen Biologi terima kasih atas kerja samanya selama ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik, dan saran dari berbagai pihak agar Tugas Akhir ini menjadi lebih baik.

Surabaya, 24 Juli 2017

Penulis

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Manfaat .....	2
1.5 Ruang Lingkup .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Limbah B3 .....	5
2.2 Limbah Laboratorium .....	7
2.3 Sistem Pengelolaan Limbah B3 .....	10
2.3.1 Pengurangan .....	10
2.3.2 Penyimpanan .....	11
2.3.2.1 Pewadahan .....	15
2.3.2.2 Pelabelan .....	17
2.3.3 Pengumpulan .....	18
2.3.4 Pengangkutan .....	18
2.3.5 Pengolahan .....	19
2.4 Analisis Limbah Laboratorium .....	21
2.5 Analisis <i>Strenght, Weakness, Opportunity, Threats</i> (SWOT) .....	21
BAB 3 METODE PENELITIAN .....	25
3.1 Kerangka Penelitian .....	25
3.2 Pelaksanaan Penelitian .....	27
3.3 Analisis Data .....	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....	37
4.1 Identifikasi Jenis dan Laju Timbulan Limbah B3 Laboratorium .....	37
4.1.1 Departemen Kimia .....	37

4.1.2 Departemen Biologi.....	45
4.1.3 Departemen Teknik Kimia .....	51
4.1.4 Departemen Teknik Material dan Metalurgi .....	59
4.1.5 Departemen Teknik Lingkungan .....	63
4.2 Pengelolaan Limbah B3 Laboratorium di Kampus ITS .....	73
4.2.1 Kegiatan Pengurangan Limbah B3 Laboratorium .....	73
4.2.2 Kegiatan Pewadahan Limbah B3 Laboratorium .....	73
4.2.3 Kegiatan Penyimpanan Limbah B3 Laboratorium.....	79
4.2.4 Kegiatan Pengolahan Limbah B3 Laboratorium .....	92
4.2.5 Kegiatan Pengumpulan Limbah B3 Laboratorium ....	99
4.3 Analisis <i>Strength, Weakness, Opportunity, Threats</i> (SWOT) .....	99
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	105
5.1 KESIMPULAN .....	105
5.2 SARAN .....	106
DAFTAR PUSTAKA .....	107
BIOGRAFI PENULIS .....	127

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Pengelompokan Limbah.....	11
Gambar 2.2 Pewadahan Limbah di Laboratorium FCQ.....	15
Gambar 3.1 Alur Kerangka Penelitian	27
Gambar 3.2 Peta Lokasi ITS (Tanpa Skala) .....	35
Gambar 4.1 Tempat Penyimpanan Bahan Kimia Padat Departemen Kimia.....	81
Gambar 4.2 Tempat Penyimpanan Bahan Kimia Cair Departemen Kimia .....	81
Gambar 4.3 Tempat Penyimpanan Bahan Kimia Departemen Biologi .....	83
Gambar 4.4 Tempat Penyimpanan Bahan Kimia Departemen Teknik Kimia.....	85
Gambar 4.5 Tempat Penyimpanan Bahan Kimia Padat Departemen Teknik Material dan Metalurgi .....	86
Gambar 4.6 Tempat Penyimpanan Bahan Kimia Cair Departemen Teknik Material dan Metalurgi .....	87
Gambar 4.7 Tempat Penyimpanan Bahan Kimia Departemen Teknik Lingkungan .....	89
Gambar 4.8 Simbol Potensi Bahaya di Tempat Penyimpanan Bahan Kimia Departemen Teknik Lingkungan .....	89
Gambar 4.9 Bak Penampungan Limbah B3 Laboratorium di Departemen Kimia .....	94
Gambar 4.10 Sistem Aerasi Pengolahan Limbah B3 Laboratorium di Departemen Kimia .....	95
Gambar 4.11 Clarifier Pengolahan Limbah B3 Laboratorium di Departemen Kimia .....	96
Gambar 4.12 Pengolahan Limbah B3 Laboratorium.....	97

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Wadah Limbah di FCQ .....	14
Tabel 2.2 SWOT Strategic Issue .....	22
Tabel 3.1 Daftar Nama Laboratorium .....	27
Tabel 3.2 Jenis limbah cair.....	30
Tabel 3.3 Jumlah jerigen yang dibutuhkan tiap Departemen.....	30
Tabel 4.1 Total Volume Limbah Cair B3 di Departemen Kimia...	38
Tabel 4.2 Analisis pH Limbah B3 Cair di Departemen Kimia.....	39
Tabel 4.3 Analisis Kadar Logam Berat Limbah B3 Cair di Departemen Kimia .....	39
Tabel 4.4 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Fundamental 1 .....	40
Tabel 4.5 Hasil Pengamatan Kuantitas Limbah B3 Padat Laboratorium Fundamental 1 .....	40
Tabel 4.6 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Fundamental .....	41
Tabel 4.7 Hasil Pengamatan Kuantitas Limbah B3 Padat Laboratorium Fundamental 2 .....	42
Tabel 4.8 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair Laboratorium Instrumentasi dan Sains Analitik .....	43
Tabel 4.9 Hasil Pengamatan Kuantitas Limbah B3 Padat Laboratorium Instrumentasi dan Analisis Kimia.....	43
Tabel 4.10 Bahan Kimia Kadaluarsa Padat di Departemen Kimia .....	44
Tabel 4.11 Bahan Kimia Kadaluarsa Cair di Departemen Kimia	45
Tabel 4.12 Total Volume Limbah B3 Cair di Departemen Biologi .....	46
Tabel 4.13 Analisis pH Limbah B3 Cair di Departemen Biologi ..	46
Tabel 4.14 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Mikrobiologi.....	47
Tabel 4.15 Hasil Pengamatan Kuantitas Limbah B3 Padat di Laboratorium Mikrobiologi.....	48
Tabel 4.16 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Botani.....	48
Tabel 4.17 Hasil Pengamatan Kuantitas Limbah B3 Padat di Laboratorium Botani.....	49
Tabel 4.18 Bahan Kimia Kadaluarsa Bersifat Padat di Departemen Biologi.....	50

Tabel 4.19 Bahan Kimia Kadaluarsa Bersifat Cair di Departemen Biologi.....	50
Tabel 4.20 Total Volume Limbah B3 Cair di Departemen Teknik Kimia .....	53
Tabel 4.21 Hasil Analisis pH Limbah B3 Cair Departemen Teknik Kimia .....	53
Tabel 4.22 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Teknologi Material .....	54
Tabel 4.23 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Pengolahan Limbah Industri .....	54
Tabel 4.24 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Termodinamika .....	55
Tabel 4.25 Hasil Pengamatan Kuantitas Limbah B3 Padat di Laboratorium Termodinamika .....	56
Tabel 4.26 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Elektrokimia dan Korosi .....	56
Tabel 4.27 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Kimia Analisis .....	57
Tabel 4.28 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Proses Kimia.....	58
Tabel 4.29 Bahan Kimia Kadaluarsa Bersifat Padat di Departemen Teknik Kimia.....	59
Tabel 4.30 Bahan Kimia Kadaluarsa Bersifat Cair di Departemen Teknik Kimia.....	59
Tabel 4.31 Total Limbah B3 Cair di Departemen Teknik Material dan Metalurgi .....	60
Tabel 4.32 Hasil Analisis pH Limbah B3 Cair di Departemen Teknik Material dan Metalurgi .....	61
Tabel 4.33 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Kimia Material .....	61
Tabel 4.34 Hasil Pengamatan Kuantitas Limbah B3 Padat di Laboratorium Kimia Material .....	62
Tabel 4.35 Bahan Kimia Kadaluarsa Bersifat Padat di Departemen Teknik Material dan Metalurgi .....	63
Tabel 4.36 Bahan Kimia Kadaluarsa Bersifat Cair di Departemen Teknik Material dan Metalurgi .....	63
Tabel 4.37 Limbah B3 Cair yang Dihasilkan di Departemen Teknik Lingkungan .....	65

Tabel 4.38 Hasil Analisis pH Limbah B3 Cair di Departemen Teknik Lingkungan .....	65
Tabel 4.39 Hasil Analisis Logam Berat Limbah B3 Cair di Departemen Teknik Lingkungan .....	66
Tabel 4.40 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Pemulihan Air .....	66
Tabel 4.41 Hasil Pengamatan Kuantitas Limbah B3 Padat di Laboratorium Pemulihan Air .....	67
Tabel 4.42 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Limbah Padat dan B3 .....	68
Tabel 4.43 Hasil Pengamatan Kuantitas Limbah B3 Padat di Laboratorium Limbah Padat dan B3 .....	69
Tabel 4.44 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Sanitasi dan Fitoteknologi.....	70
Tabel 4.45 Hasil Pengamatan Kuantitas Limbah B3 Padat di Laboratorium Sanitasi dan Fitoteknologi.....	70
Tabel 4.46 Bahan Kimia Kadaluarsa di Departemen Teknik Lingkungan.....	71
Tabel 4.47 Sistem Pewadahan Limbah B3 Laboratorium.....	74
Tabel 4.48 Hasil Analisis Kualitas Air Limbah IPAL .....	96

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kuesioner Analisis SWOT .....	111
Lampiran 2 Lembar Observasi .....	113
Lampiran 3 Hasil Analisis Kadar Hg di Limbah Laboratorium Departemen Kimia.....	115
Lampiran 4 Hasil Analisis Cr Total di Limbah Laboratorium Departemen Kimia.....	116
Lampiran 5 Hasil Analisis Pb di Limbah Laboratorium Departemen Biologi .....	117
Lampiran 6 Hasil Analisis Logam Berat Pb di Limbah Laboratorium Departemen Teknik Kimia.....	118
Lampiran 7 Hasil Analisis Kadar Cr Total, Hg, Pb, Ag di Limbah Laboratorium Departemen Teknik Lingkungan .....	119
Lampiran 8 Hasil Analisis Kualitas Influen IPAL Departemen Kimia.....	120
Lampiran 9 Hasil Analisis Kualitas Bak Aerasi IPAL Departemen Kimia.....	121
Lampiran 10 Hasil Analisis Kualitas Effluen IPAL Departemen Kimia.....	122

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kegiatan yang dilakukan di laboratorium perguruan tinggi akan menghasilkan air buangan yang disebut air limbah laboratorium. Air limbah laboratorium terdiri dari sisa-sisa bahan kimia yang selesai digunakan, air bekas cucian peralatan maupun sisa-sisa sampel yang diuji. Selain itu juga ada yang merupakan senyawa organik maupun anorganik. Ada yang sifatnya basa maupun asam, iritatif, reaktif, dan logam berat yang bersifat racun. Sebagian besar unsur-unsur yang berbahaya yang terdapat dalam air limbah laboratorium adalah logam berat krom dan merkuri (Hartini dan Yuantari, 2011). Jenis limbah padat yang terdapat pada laboratorium menurut *Environmental Health and Safety* di Universitas Florida adalah sarung tangan, bahan absorben atau adsorben yang digunakan dalam proses kimia, kertas yang digunakan dengan reagen-reagen kimia, kain yang digunakan untuk membersihkan tumpahan bahan kimia (Anonim, 2015).

Menurut PP Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah B3, limbah B3 adalah sisa suatu usaha dan /atau kegiatan yang mengandung B3. Pengelolaan limbah B3 meliputi pengurangan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, penimbunan, dan pembuangan limbah B3.

Kampus ITS Sukolilo menempati areal seluas 180 hektar dengan luas bangunan seluruhnya kurang lebih 150.000 m<sup>2</sup>. ITS memiliki staf pengajar sebanyak 970 orang. Tenaga kependidikan berjumlah 1.135. Jumlah mahasiswa ITS yang terdaftar pada tahun 2016 berjumlah 17.625 mahasiswa, yang terdiri dari jenjang pendidikan S1 sebanyak 15.151 mahasiswa, sisanya merupakan jenjang pendidikan S2 dan S3. ITS memiliki lima fakultas dengan 12 Program Doktorat, 16 Program Magister, 26 Departemen atau program studi tingkat sarjana, 6 program studi D3, satu program studi D4. ITS memiliki 157 laboratorium, yang diantaranya dapat berpotensi menghasilkan limbah, yaitu laboratorium yang menggunakan bahan-bahan kimia dalam kegiatan praktikum dan penelitian. Laboratorium tersebut berada

di Departemen Teknik Lingkungan, Teknik Kimia, Teknik Material dan Metalurgi, Kimia, dan Biologi (Anonim, 2013).

Terbatasnya data tentang jenis, laju timbunan dan karakteristik limbah B3 laboratorium serta pengelolaan yang belum maksimal, maka diperlukan penelitian mengenai hal tersebut. Langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi jenis dan laju timbunan limbah B3 dari penghasil tersebut. Strategi yang tepat untuk pengelolaan limbah B3 laboratorium berdasarkan pendapat dari tenaga kependidikan dengan menggunakan metode *Strenght, Weakness, Opportunity, Threats* (SWOT). Metode SWOT merupakan upaya untuk mengenali kekuatan, kelemahan, peluang serta ancaman yang menentukan kinerja perusahaan (Daft, 2010)

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana jenis dan laju timbunan limbah B3 laboratorium di lingkungan ITS?
2. Bagaimana pengelolaan limbah B3 laboratorium di ITS?
3. Bagaimana strategi pengelolaan limbah B3 laboratorium di lingkungan ITS?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi jenis dan laju timbunan limbah B3 laboratorium di lingkungan ITS
2. Menginventarisasi kegiatan pengelolaan limbah B3 laboratorium di ITS
3. Menentukan strategi pengelolaan limbah B3 laboratorium di lingkungan ITS

## **1.4 Manfaat**

Memberikan informasi pendukung dalam rangka peningkatan sistem pengelolaan limbah B3 di Kampus ITS



### **1.5 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah :

1. Lokasi penelitian adalah di Kampus ITS yang memiliki program studi minimal S1 dan yang menggunakan bahan kimia dalam kegiatan praktikum dan penelitian, yaitu laboratorium yang ada di Departemen Teknik Lingkungan, Teknik Kimia, Teknik Material dan Metalurgi, Kimia, dan Biologi.
2. Waktu penelitian adalah selama bulan Februari 2017 hingga April 2017.
3. Variabel penelitian yang diteliti adalah limbah padat B3 dan limbah cair B3 dari kegiatan praktikum dan penelitian

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini dijelaskan mengenai definisi limbah B3, limbah laboratorium, sistem pengelolaan limbah B3 yang meliputi penyimpanan, pengumpulan, dan pengangkutan. Dalam sistem penyimpanan dijelaskan mengenai pewadahan dan pelabelan. Selain penjelasan mengenai limbah B3 dan sistem pengelolaannya juga dijelaskan mengenai *SWOT* yang merupakan metode yang akan digunakan untuk membuat strategi pengelolaan limbah B3 laboratorium berdasarkan penilaian responden.

#### **2.1. Limbah B3**

Limbah merupakan sisa suatu usaha atau kegiatan. B3 adalah zat, energi dan atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi, dan atau jumlahnya baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemari atau merusak lingkungan hidup, kesehatan serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain. Limbah B3 merupakan sisa suatu usaha atau kegiatan yang mengandung B3 (PP Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah B3). Limbah B3 membutuhkan kontrol ketat dalam proses penanganan, transportasi, pengolahan dan pembuangan. Sistem pengelolaan limbah B3 termasuk pengumpulan limbah B3 hingga pengangkutan hingga tempat pengolahan atau pembuangan akhir (Yilmaz dkk, 2016).

Sumber penghasil limbah B3 dapat berasal dari industri, pertambangan, transportasi, laboratorium, laboratorium kimia, rumah tangga, dan proses alam. Masing-masing sumber limbah tidaklah selalu berasal dari hasil proses industri tetapi dapat berasal dari kegiatan di laboratorium seperti pemeliharaan atau pencucian alat, bahan kimia kadaluwarsa, tumpahan B3, dan buangan produk yang tidak memenuhi spesifikasi. Meskipun limbah laboratorium kimia volumenya masih relatif kecil dibandingkan dengan limbah industri, namun limbah ini mengandung jenis B3 yang sangat bervariasi dengan konsentrasi yang relatif tinggi (Putri, 2012). Berdasarkan sumbernya limbah B3 terdiri dari limbah

B3 dari sumber tidak spesifik, limbah dari B3 kedaluwarsa, B3 yang tumpah, B3 yang tidak memenuhi spesifikasi produk yang akan dibuang, dan bekas kemasan B3 dan limbah B3 dari sumber spesifik. Limbah laboratorium yang mengandung B3 termasuk dalam limbah B3 dari sumber tidak spesifik, sesuai dengan lampiran 1 PP 101 Tahun 2014. Sumber spesifik merupakan sisa proses suatu industri atau kegiatan yang secara spesifik dapat ditentukan. Limbah dari sumber spesifik meliputi limbah dari sumber spesifik umum dan limbah B3 dari sumber spesifik khusus. Limbah dari sumber spesifik umum diantaranya berasal dari industri atau kegiatan sebagai sumber limbah yang menghasilkan berbagai limbah B3. Sedangkan limbah dari sumber spesifik khusus adalah limbah B3 yang memiliki efek tunda, berdampak tidak langsung terhadap manusia dan lingkungan hidup, memiliki karakteristik beracun tidak akut, dan dihasilkan dalam jumlah besar per satuan waktu (PP Nomor 101 Tahun 2014).

Penentuan karakteristik limbah B3 biasanya mengacu pada *Material Safety Data Sheet* (MSDS) pada setiap zat kimia yang dominan terkandung pada limbah B3. MSDS adalah suatu form yang berisi keterangan data fisik (titik lebur, titik didih, titik flash, dsb), toksisitas, pengaruh terhadap kesehatan, pertolongan pertama, reaktifitas, penyimpanan dan pembuangan yang aman, peralatan proteksi, serta prosedur penanganan bahaya (Anonim, 2016). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 kriteria limbah B3 di Indonesia dibedakan menjadi :

- a. Mudah meledak
- b. Mudah menyala
- c. Reaktif
- d. Beracun
- e. Infeksius
- f. Korosif
- g. Limbah berbahaya bagi lingkungan

Di *United Nations Environmental Programme* (UNEP), limbah dapat dianggap sebagai limbah B3 bila memiliki sifat seperti (Musee dkk, 2006) :

- a. Mudah menyala : limbah yang dapat menyebabkan kebakaran. Hal tersebut tergantung pada titik nyala dari bahan. Contohnya seperti cairan atau gas yang dapat menyulut api, senyawa yang sensitif terhadap gesekan atau dapat menyebabkan kebakaran dengan adanya kelembaban.
- b. Reaktif : kemampuan bahan untuk bereaksi dengan dirinya sendiri dan bahan lain dalam kondisi normal. Hal ini dapat terjadi karena bahan yang tidak stabil dan kecenderungan untuk bereaksi dengan air, udara, atau sensitifitas dengan panas sehingga menyebabkan ledakan.
- c. Beracun : kemampuan suatu bahan yang dapat menyebabkan potensi bahaya pada kesehatan manusia maupun lingkungan. Organisme dapat terpapar dengan cara terhirup, tertelan, atau penyerapan melalui kulit. Paparan tersebut dapat menyebabkan dampak langsung dan tidak langsung. Paparan itu dapat dikategorikan sebagai efek karsinogenik, mutagenik, dan teratogenik, membahayakan sistem reproduksi, pernafasan dan sistem syaraf.
- d. Korosif : kemampuan sebuah bahan untuk menyebabkan korosi pada logam karena tingkat asam dan alkalinitas. Limbah dengan sifat seperti ini perlu penanganan khusus serta ditampung dalam wadah seperti drum, tangki, atau tong.

## **2.2 Limbah Laboratorium**

Laboratorium merupakan tempat dimana dilakukan suatu kegiatan pengujian untuk memperoleh data hasil uji yang akurat dan valid. Berbagai kegiatan dapat dilakukan di laboratorium, mulai dari persiapan contoh untuk pengujian sampai dengan kegiatan pengujian. Beberapa pengujian umum yang dilakukan di laboratorium antara lain pengujian fisika, kimia, dan mikrobiologi. Air limbah laboratorium merupakan cairan apa saja yang berasal dari tempat pencucian. Pada kasus yang ideal biasanya mengandung sedikit air. Pada praktik sehari-hari, limbah ini biasanya mengandung larutan berair yang telah terlebih dahulu

dinetralkan menjadi pH 6-8 dan tidak mengandung logam-logam berat (Putri, 2012). Jenis bahan kimia yang umum dipakai antara lain bahan kimia bersifat asam, basa, organik dan anorganik. Jenis-jenis asam kuat yang digunakan seperti asam klorida, asam nitrat, dan asam sulfat. Asam lemah yang biasa digunakan antara lain asam fosfat dan asam karboksilat. Jenis basa kuat yang umum digunakan adalah natrium hidroksida dan kalium hidroksida. Kelompok bahan kimia anorganik meliputi berbagai jenis garam seperti natrium klorida, magnesium klorida, kalium kromat, kalium bikromat. Bahan kimia organik yang sering digunakan seperti jenis alkohol, aldehide, aseton. Jenis bahan kimia pendukung yang digunakan seperti deterjen sebagai bahan pembersih. Bahan-bahan tersebut pada umumnya dibuang sehingga menghasilkan limbah laboratorium. Karakteristik limbah laboratorium dapat dikategorikan sebagai limbah B3. Sebagian besar unsur-unsur yang berbahaya yang terdapat pada air limbah laboratorium adalah logam berat seperti krom dan merkuri (Said, 2009).

Beberapa limbah laboratorium yang dapat membahayakan manusia atau lingkungan terdiri dari cairan atau padatan yang mudah menyala, beracun, bahan-bahan kimia, dan bahan infeksius. Selain itu juga dari limbah biologi, produksi dan formulasi yang menggunakan resin dan lateks, limbah yang mengandung senyawa-senyawa seperti zink, cadmium, merkuri, timbal dan asbestos (Anonim, 2016)

Menurut Anonim (2015), jenis limbah padat yang terdapat pada laboratorium menurut Environmental Health and Safety di Universitas Florida adalah :

- a. Sarung tangan
- b. Bahan absorben atau adsorbent yang digunakan dalam proses kimia
- c. Kertas yang digunakan dengan reagen-reagen kimia
- d. Kain yang digunakan untuk membersihkan tumpahan bahan kimia

Laboratorium kimia adalah tempat dilaksanakannya berbagai aktivitas yang melibatkan pemakaian bahan kimia tertentu. Laboratorium di perguruan tinggi memiliki fungsi utama sebagai tempat mahasiswa untuk melaksanakan

riset dan kegiatan praktikum. Dalam melaksanakan riset, kontak oleh mahasiswa dengan bahan kimia akan terjadi baik langsung maupun tidak langsung. Setelah memasuki dunia kerja maka akan dijumpai laboratorium kimia di bidang institusi riset atau industri. Dalam lapangan industri, laboratorium kimia didirikan untuk keperluan kualitas kontrol produksi atau untuk bagian riset dan pengembangan. Selain di laboratorium, untuk staf yang bekerja di industri pada bagian produksi pun sering melibatkan aktivitas yang melibatkan kontak dengan bahan kimia. Bekal tentang pengetahuan bahan kimia perlu dimiliki mengingat bahan kimia memiliki potensi untuk menimbulkan bahaya baik terhadap kesehatan maupun dapat menimbulkan bahaya kecelakaan. Hal ini dapat dipahami karena bahan kimia dapat memiliki tipe reaktivitas kimia tertentu dan juga dapat memiliki sifat mudah terbakar (Tahir dan Sugiharto, 2002). Sistem keamanan dan keselamatan telah banyak diterapkan dalam unit pendidikan. Misalnya dalam laboratorium, perpustakaan, dan tempat penyimpanan. Tapi, tetap banyak kecelakaan yang dilaporkan dari tempat-tempat tersebut. Dalam laboratorium kimia, suasana eksplosif dapat terjadi karena kegiatan praktikum yang menggunakan bahan-bahan yang mudah menyala, meledak atau senyawa-senyawa yang teroksidasi (Omidvari dkk, 2014).

Limbah B3 yang dihasilkan oleh laboratorium-laboratorium di Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PAIR) merupakan limbah spesifik. Limbah B3 dapat dikelompokkan lagi berdasarkan sifat fisik dan sifat kimia. Berdasarkan sifat fisik limbah B3 dibagi menjadi limbah B3 padat dan limbah B3 cair. Sedangkan berdasarkan sifat kimia limbah B3 dibagi menjadi limbah B3 organik dan limbah B3 anorganik (Anggarini dkk, 2014). Limbah B3 cair organik biasanya berasal dari limbah proses pekerjaan, misalkan senyawa alkohol dan sejenisnya yang banyak digunakan sebagai pencuci atau pelarut di laboratorium. Limbah B3 jenis ini biasanya sudah tercampur dengan senyawa kimia lainnya, tidak hanya satu jenis senyawa

bahkan bisa lebih dari dua jenis senyawa kimia di dalamnya (Standar Batan, 2012)

## **2.3 Sistem Pengelolaan Limbah B3**

Pengelolaan limbah B3 adalah rangkaian kegiatan yang mencakup reduksi, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan penimbunan limbah B3 (PP Nomor 101 Tahun 2014). The Universidad del Cauca di Colombia melakukan pemisahan limbah dibawah laboratorium-laboratorium di Environmental and Sanitary Engineering. Program ini berdasarkan kode *corrosive, reactive, explosive, toxic, inflammable, and biological-infectious* (CRETIB). Pedoman yang ada untuk reagen yang digunakan dalam laboratorium harus dikategorikan berdasarkan karakteristik fisika-kimia. Pedoman tersebut banyak memfokuskan pada kesesuaian kimia yang mengandung logam berat, asam, garam, senyawa alkali, larutan, hidrokarbon, dan pestisida (Benavides dkk, 2007). Tujuan pengelolaan limbah B3 adalah untuk mencegah dan menanggulangi pencemaran atau kerusakan lingkungan hidup yang diakibatkan oleh limbah B3 serta melakukan pemulihan kualitas lingkungan yang sudah tercemar sehingga sesuai dengan fungsinya kembali (Permen LH Nomor 30 Tahun 2009 tentang Tata Laksana Perizinan dan Pengawasan Pengelolaan Limbah B3 serta Pengawasan Pemulihan Akibat Pencemaran Limbah B3 oleh Pemerintah Daerah).

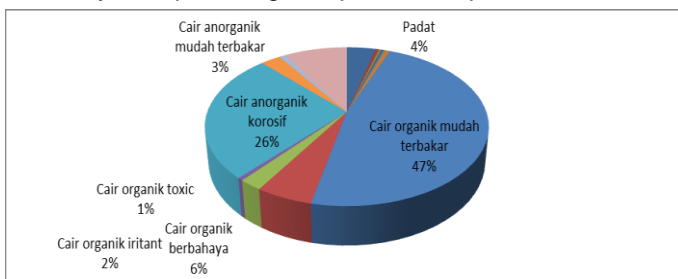
### **2.3.1 Pengurangan**

Pengurangan adalah kegiatan penghasil limbah B3 untuk mengurangi jumlah dan/atau mengurangi sifat bahaya dan/atau racun dari limbah B3 sebelum dihasilkan dari suatu kegiatan atau usaha. Pengurangan dapat dilakukan melalui substitusi bahan, modifikasi proses atau penggunaan bahan yang ramah lingkungan (PP 101 Tahun 2014).



### 2.3.2 Penyimpanan

Penyimpanan merupakan kegiatan penampungan sementara limbah B3 sampai jumlah yang mencukupi untuk diangkut atau diolah. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan efisien ekonomis. Penyimpanan dalam jumlah yang banyak dapat dikumpulkan di pengumpulan limbah. Limbah cair maupun limbah padat dapat disimpan, untuk limbah cair dapat dimasukkan ke dalam drum dan disimpan dalam gudang yang terlindungi dari panas dan hujan. Limbah B3 bentuk padat/lumpur disimpan dalam bak penimbun yang dasarnya dilapisi dengan lapisan kedap air.



Sumber : Anggarini dkk, 2014

**Gambar 2.1 Gambar Pengelompokan Limbah**

Penyimpanan harus mempertimbangkan jenis dan jumlah B3 yang dihasilkan. Berdasarkan komposisi pada Gambar 2.1, dapat dijelaskan potensi bahaya terbesar berasal dari limbah B3 mudah terbakar. Karena memang volume terbesar dari limbah B3 yang tersimpan di gudang penyimpanan sementara limbah B3 merupakan limbah sisa pelarut. Sifat limbah B3 ini mudah menguap dan mudah terbakar, sehingga diperlukan sirkulasi udara yang baik di dalam gudang penyimpanan. Limbah B3 dengan karakteristik seperti ini harus dihindarkan dari cahaya matahari secara langsung dan dipisahkan dari limbah B3 yang memiliki sifat pengoksidasi.

Limbah B3 dengan potensi bahaya korosif mempunyai persentase volume terbesar kedua setelah limbah B3 mudah terbakar. Limbah B3 yang berasal dari senyawa asam sebagai penyumbang terbesar limbah cair anorganik. Limbah dengan karakteristik korosif ini harus dipisahkan dari peralatan dengan

unsur logam, memerlukan sirkulasi udara yang baik, dan menggunakan penampungan berupa botol kaca atau jerigen plastik.

Sebanyak sembilan persen limbah B3 yang dikirim oleh laboratorium penghasil limbah merupakan limbah tanpa keterangan atau belum teridentifikasi. Limbah B3 tersebut merupakan limbah cair yang berasal dari bidang pertanian dan merupakan limbah sisa penelitian yang telah lampau. Limbah tanpa keterangan dilakukan identifikasi terbatas, yaitu menentukan sifat fisik dari limbah B3 dan mengukur pH limbah untuk menentukan jenis limbah asam atau basa, sehingga dalam penempatan limbah dapat dikelompokkan berdasarkan sifat yang telah diujikan.

Limbah B3 padat yang tidak memiliki *pictogram* peringatan potensi bahaya baik limbah organik maupun anorganik mempunyai persentase sekitar empat persen dari keseluruhan limbah B3 yang ada di gudang penyimpanan sementara. Rencana pengurangan volume limbah B3 jenis ini adalah dengan melakukan pembakaran di tungku limbah B3 dan abu hasil pembakaran ditampung kembali dalam wadah hasil pembakaran (Anggarini dkk, 2014). Bahan kimia yang teridentifikasi sebagai B3 diganti selama dua kali dalam setahun dengan pembaruan penyimpanan bahan kimia. Hal ini dilakukan oleh peneliti dengan menggunakan sistem *barcode* yang terhubung dengan *database*. Sistem ini diterima oleh komunitas keilmiah sebagai informasi MSDS (Marendaz dkk, 2013).

Menurut PP 101 Tahun 2014, lokasi penyimpanan limbah B3 berupa bangunan harus memiliki persyaratan paling sedikit terdapat penerangan dan ventilasi serta mampu melindungi limbah B3 dari hujan dan sinar matahari. Selain itu juga memiliki saluran drainase dan bak penampung serta terdapat alat pemadam api serta alat penanggulangan keadaan darurat lain yang sesuai. Sedangkan persyaratan bangunan penyimpanan harus memiliki :

- a. Rancang bangun dan luas ruang penyimpanan yang sesuai dengan jenis, karakteristik dan jumlah limbah B3 yang dihasilkan atau disimpan

- b. Terlindung dari air hujan baik secara langsung maupun tidak langsung.
- c. Dibuat tanpa plafon dan memiliki sistem ventilasi udara untuk mencegah terjadinya akumulasi gas di dalam ruang penyimpanan serta memasang kasa atau bahan lain untuk mencegah masuknya hewan ke dalam ruang penyimpanan.
- d. Memiliki sistem penerangan yang memadai. Lampu penerangan dipasang minimum 1 m diatas kemasan dengan saklar dipasang di luar bangunan
- e. Dilengkapi dengan sistem penangkal petir
- f. Bagian luar tempat penyimpanan dilengkapi dengan simbol sesuai dengan peraturan yang berlaku
- g. Rantai bangunan penyimpanan harus kedap air, tidak bergelombang, kuat dan tidak retak

Tempat penyimpanan yang digunakan untuk menyimpan lebih dari 1 jenis limbah B3 dengan karakteristik yang berbeda maka ruang penyimpanan:

- a. Harus terdiri dari harus terdiri dari beberapa ruangan untuk menyimpan satu jenis limbah B3 atau limbah-limbah yang saling cocok
- b. Antara bagian penyimpanan satu dengan yang lainnya harus dibuat tembok pemisah untuk menghindari tercampurnya bahan atau masuknya tumpahan limbah B3 ke bagian penyimpanan lainnya

Untuk persyaratan tempat penyimpanan berupa tangki dan/atau kontainer yaitu :

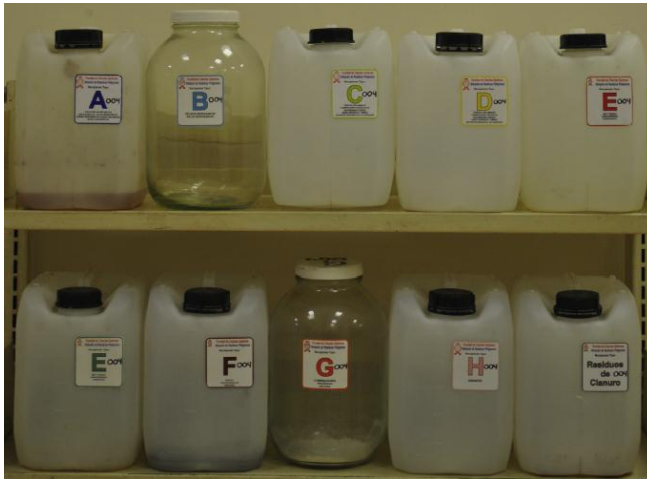
- a. kemasan yang terbuat dari bahan yang sesuai dengan limbah B3 yang akan disimpan.
- b. Kemasan harus dapat mengungkung limbah B3 untuk tetap berada dalam kemasan
- c. Memiliki penutup yang kuat. Penutup tersebut menjaga agar tidak terjadi tumpahan saat dilakukan penyimpanan, pemindahan, dan atau pengangkutan.
- d. Kemasan juga harus dalam kondisi yang baik, tidak berkarat, tidak rusak, dan tidak bocor.

Di Meksiko, limbah B3 dikategorikan berdasarkan Mexican Official Norms (NOM-052-SEMARNAT-2005) dan korosif, reaktif, mudah meledak, beracun, tidak mudah menyala, dan biologi-infeksius (CRETIB). Contoh pewadahan yang telah diterapkan pada Facultad de Ciencias quimicas (FCQ) Meksiko adalah limbah telah diklasifikasikan berdasarkan sifat kimia dan fisika dari peraturan Meksiko. Limbah kemudian ditampung dalam wadah dengan kapasitas 5, 20, dan 50 L tergantung pada kebutuhan tiap laboratorium. Pengumpulan di FCQ Meksiko, setiap dua minggu terdapat asisten laboratorium yang mengunjungi tiap laboratorium untuk memeriksa level tiap pembuangan limbah. Jika wadah sudah hampir penuh, maka diangkut ke FCQ Environmental Departemen yang memiliki tempat penyimpanan sementara. Dalam kegiatan pengumpulan ini digunakan sistem keamanan dan keselamatan, yaitu dengan menggunakan jas laboratorium, *goggles*, sarung tangan, dan troli (Lara dkk, 2016). Tabel 2.1 merupakan klasifikasi wadah limbah di Facultad de Ciencias Quimicas (FCQ).

**Tabel 2.1 Klasifikasi Wadah Limbah di FCQ**

<b>Identitas Wadah</b>	<b>Jenis limbah</b>
A	Limbah yang bersifat asam
B	Padatan inorganik
C	Larutan tidak terhalogenasi
D	Larutan halogen
Eo	Larutan organik yang beracun
Ei	Inorganik yang beracun
F	Logam
G	Padatan organik
H	Oksida
WC	Sianida
Co	Pewarna
P	Plastik yang terkontaminasi
I	Limbah industri
Lampu	Lampu
Limbah minyak mesin	Limbah minyak mesin
Wadah kosong	Wadah kosong

Sumber : Lara dkk, 2016



Sumber : Lara dkk, 2016

**Gambar 2.2 Pewadahan Limbah di Laboratorium FCQ**

Setelah kontainer penuh diangkut menuju tempat penimbunan limbah B3 yang telah disertifikasi. Limbah B3 dapat diolah secara kimia-fisik. Bahan B3 lainnya dapat dikemas, diinsenerasi dan akhirnya ditimbun pada *landfill*.

### **2.3.2.1 Pewadahan**

Bahan yang digunakan untuk wadah dan sarana lainnya dipilih berdasar karakteristik buangan. Contoh untuk buangan yang korosif disimpan dalam wadah yang terbuat dari fiber glass. Pedoman umum jenis kontainer yang dipakai sesuai dengan karakteristik buangan, dan tipe drum yang umum dipakai untuk pewadahan B3. Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi (Anggarini dkk, 2014) :

- a. Bahan kontainer harus sesuai dengan karakter dari limbah B3
- b. Semua kontainer harus disimpan di areal yang tertutup untuk melindungi dari hujan dan berventilasi.
- c. Lantai dasar bangunan harus kedap air untuk menghindari meresapnya cairan atau bocoran.

- d. Drum yang berisi limbah yang bisa bereaksi harus disimpan terpisah, untuk mengurangi kemungkinan kebakaran, ledakan dan atau keluarnya gas beracun.
- e. Semua drum yang disimpan harus dalam keadaan baik yaitu tertutup dan tidak bocor.
- g. Semua drum harus diberi label yang memuat informasi jelas tentang pernyataan bahwa limbah adalah B3

Limbah laboratorium seperti sarung tangan, kertas, dan kain lap yang terkontaminasi dengan bahan kimia berbahaya dapat dibuang dalam plastik limbah kimia. Kecuali barang yang dapat menyebabkan kebocoran pada tas plastik. Kontainer limbah cair harus selalu tertutup kecuali akan ada limbah cair yang akan dibuang (Anonim, 2016).

Menurut US-EPA (1997), sebelum dilakukan pengemasan harus dipastikan mengenai secara pasti informasi tentang jenis dan karakteristik limbah B3 yang akan dikemas dan disimpan. Selain itu juga jenis limbah B3 yang berbeda dapat disimpan dalam satu kontainer dengan syarat tidak menimbulkan reaksi yang dapat menimbulkan gas, uap beracun, panas, atau ledakan. Kontainer yang akan digunakan dalam pengemasan pun harus kompatibel atau tidak bereaksi dengan limbah B3. Setiap kemasan limbah B3 tersebut harus diberi simbol dan label sesuai dengan karakteristik limbah B3 yang ditampungnya.

Berdasarkan PP 101 Tahun 2014, pengemasan harus dilakukan menggunakan kemasan yang terbuat dari bahan yang sesuai dengan limbah B3 yang akan disimpan. Kemasan harus dapat mengungkung limbah B3 untuk tetap berada dalam kemasan dan memiliki penutup yang kuat. Penutup tersebut menjaga agar tidak terjadi tumpahan saat dilakukan penyimpanan, pemindahan, dan atau pengangkutan. Kemasan juga harus dalam kondisi yang baik, tidak berkarat, tidak rusak, dan tidak bocor. Simbol limbah B3 adalah gambar yang menunjukkan karakteristik limbah B3. Label limbah B3 adalah keterangan mengenai limbah B3 yang berbentuk tulisan yang berisi informasi tentang limbah B3, penghasil dan alamatnya, waktu dilakukannya pengemasan, jumlah, serta karakteristik limbah B3.

### 2.3.2.2 Pelabelan

Semua limbah harus segera diberi label setelah dimasukkan ke dalam kontainer. Kontainer harus diberi label dan tanda yang jelas dengan mendiskripsikan isi dari limbah B3 tersebut. Unsur-unsur kimia seharusnya ditulis secara lengkap dalam format persentase. Jika bahan kimia yang ditemukan tidak diketahui komposisinya maka akan diberi label dengan “bahan kimia berbahaya yang belum diketahui, menunggu keputusan karakterisasi dari *Radiological and Environmental Management* (REM)” (Anonim, 2013). Informasi yang ada dalam sistem tidak hanya menentukan bahan kimia berbahaya dalam portofolio tetapi juga dipasang di pintu laboratorium. Yang dicantumkan dalam lembar tersebut adalah nama laboratorium dan pengguna laboratorium, bahan-bahan kimia yang ada serta levelnya (*hazard pictogram*), dan aturan keamanannya (Marendaz dkk, 2013).

Menurut Permen LH Nomor 14 Tahun 2013, pelabelan berfungsi untuk memberikan informasi tentang asal usul limbah B3, identitas limbah B3, serta kuantitas limbah B3. Label limbah B3 dilekatkan di sebelah atas simbol limbah B3 wadah dan harus terlihat jelas. Limbah B3 yang disimpan pada wadah wajib dilekati dengan label limbah B3 sesuai dengan karakteristik limbah yang ditampung. Karakteristik dominan adalah karakteristik yang terlebih dahulu ditangani dalam keadaan darurat.

Wadah yang telah dibersihkan dari limbah B3 atau akan digunakan kembali untuk mengemas limbah B3 harus diberi label limbah B3 wadah limbah B3 kosong. Label limbah B3 dilekati dekat tutup wadah dengan arah panah menunjukkan posisi penutup wadah.

Simbol limbah B3 yang dilekatkan pada wadah harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. Jenis simbol limbah B3 yang ditempel harus sesuai dengan karakteristik limbah yang ditampung
2. Simbol dilekatkan pada sisi wadah yang tidak terhalang oleh wadah lain dan mudah dilihat
3. Simbol limbah B3 tidak boleh terlepas atau dilepas dan diganti dengan simbol limbah B3 lain sebelum wadah atau kemasan dikosongkan

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 14 Tahun 2013 tentang Simbol B3, label limbah B3 merupakan

penandaan pelengkap yang berfungsi memberikan informasi dasar mengenai kondisi kualitatif dan kuantitatif dari suatu limbah B3 yang dikemas. Terdapat tiga jenis label limbah B3 yang berkaitan dengan sistem pengemasan limbah, yaitu :

- a. Label limbah B3 untuk wadah dan/atau kemasan B3
- b. Label limbah B3 untuk wadah dan/atau kemasan limbah B3
- c. Label limbah B3 untuk penunjuk tutup wadah dan/atau kemasan

### **2.3.3 Pengumpulan**

Berdasarkan PP Nomor 101 Tahun 2014, pengumpulan limbah B3 merupakan kegiatan mengumpulkan limbah dari penghasil limbah B3 sebelum diserahkan kepada pemanfaat limbah B3, pengolah limbah B3, dan/atau penimbun limbah B3. Pengumpul adalah badan usaha yang melakukan pengumpulan limbah B3 sebelum dikirim ke tempat pengolahan limbah B3, pemanfaatan dan/atau penimbunan limbah B3. Setiap orang yang menghasilkan limbah B3 wajib melakukan pengumpulan limbah yang dihasilkannya. Pengumpulan limbah dilakukan dengan segregasi limbah B3 dan penyimpanan limbah B3. Segregasi limbah B3 dilakukan sesuai dengan nama limbah B3 dan karakteristik limbah B3.

### **2.3.4 Pengangkutan**

Apabila tidak ditangani di tempat, limbah B3 diangkut ke sarana penyimpanan, pengolahan/pembuangan akhir. Sarana pengangkutan yang dipakai mengangkut limbah B3: truk, keretaapi dan kapal. Pengangkutan dengan mengemas limbah B3 ke dalam kontainer dengan drum kapasitas 200 L. Untuk limbah B3 cair jumlah besar digunakan tanker sedangkan limbah B3 padat digunakan *lugger box* dari baja. Untuk menjaga agar limbah B3 ditangani sesuai prosedur yang benar, harus dilakukan sejak sumber sampai ke tempat pembuangan akhir (*tracking system*) (Padmaningrum, 2010). Ketika penuh, wadah yang ada di tempat penyimpanan sementara diangkut menuju pihak yang telah memiliki izin untuk pembuangan limbah B3. Semua proses ini dilakukan oleh tiga pekerja yang telah dilatih untuk mengontrol,



memberi label, dan manajemen dari pengelolaan limbah B3 (Lara dkk, 2016).

### **2.3.5 Pengolahan**

Menurut PP 101 Tahun 2014, pengolahan limbah B3 adalah kegiatan untuk mengurangi dan/atau menghilangkan sifat bahaya dan/atau sifat racun. Kegiatan ini wajib dilakukan oleh setiap orang yang menghasilkan limbah B3. Bila penghasil limbah B3 tidak mampu melakukan pengolahan sendiri maka pengolahan limbah B3 diserahkan kepada pengolah limbah B3. Pengolahan limbah B3 dapat dilakukan dengan cara termal, stabilisasi dan solidifikasi dan/atau cara lain sesuai dengan perkembangan teknologi. Pengolahan limbah B3 tersebut dilakukan dengan mempertimbangkan ketersediaan teknologi dan standar lingkungan hidup atau baku mutu lingkungan hidup.

Teknik pengolahan limbah menurut Trihadiningrum (2016) terdiri dari netralisasi, presipitasi, stabilisasi/solidifikasi, adsorpsi, pertukaran ion dan proses biologis.

#### **a. Netralisasi**

Limbah yang bersifat ekstrim asam atau basa harus dinetralkan terlebih dahulu karena sifat korosif dapat merusak lingkungan. Proses netralisasi ini dapat dilakukan dengan alternatif sebagai berikut :

1. Mencampurkan limbah asam dan limbah basa dalam bak ekualisasi. Waktu detensi yang digunakan 8-24 jam untuk stabilisasi
2. Penambahan batu kapur atau bubuk kapur, bubuk dolomit, soda kaustik, atau soda-ash

#### **b. Presipitasi**

Presipitasi dalam pengolahan limbah B3 banyak digunakan untuk penurunan kadar ion logam berat. Prinsip dari presipitasi ini adalah dengan penambahan basa untuk mencapai tingkat pH di mana terjadi pengendapan hidroksida logam secara optimum.

#### **c. Stabilisasi/Solidifikasi**

Stabilisasi adalah proses penambahan bahan-bahan aditif tertentu untuk mengurangi sifat bahaya limbah dengan mengurangi laju migrasi dan toksisitasnya. Solidifikasi adalah penambahan zat aditif pada limbah dimana

berlangsung pula perubahan sifat fisik limbah yang dapat diukur dalam bentuk kuat tekan, kompresibilitas, dan permeabilitasnya. Teknik stabilisasi dan solidifikasi sangat umum digunakan dalam pengolahan limbah B3. Teknologi ini dapat digunakan untuk pengolahan limbah industri, pengolahan limbah sebelum dibuang ke *secure landfill*, dan penanganan tanah yang terkontaminasi oleh limbah dalam jumlah besar.

d. Proses biologis

Dalam pengolahan dengan cara biologis komponen biologis dalam limbah diuraikan oleh mikroorganisme menjadi molekul yang lebih sederhana, melalui proses biotransformasi atau mineralisasi. Biotransformasi adalah penguraian senyawa organik menjadi senyawa organik lain yang lebih sederhana. Mineralisasi adalah penguraian sempurna molekul organik menjadi massa seluler, CO<sub>2</sub>, air dan residu anorganik yang bersifat inert. Limbah yang mengandung zat-zat berbahaya harus dilakukan penanganan khusus tahap awal sehingga kandungannya bisa diminimalisasi sebelum dialirkan ke IPAL. Zat-zat tersebut dapat mematikan fungsi mikroorganisme (Santi, 2004). Logam-logam tersebut terakumulasi ke lingkungan dan mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik karena sifatnya toksik sehingga tidak dapat diurai oleh organisme (Widowati dkk, 2008).

Tahap-tahap dalam pengolahan limbah B3 secara biologik terdiri atas : ekualisasi dan penampungan, pengaturan pH, pengendapan dengan cara kimiawi, pengolahan biologik, pengolahan akhir dan pengolahan lumpur. Pengolahan air dapat menggunakan karbon aktif. Arang aktif dengan tipe granule maupun powder yang digunakan pada metode adsorpsi dapat mengadsorpsi COD dan logam berat (Hg, Cr, dan Ag) hingga pada batas memenuhi baku mutu. Proses adsorpsi yang dilakukan menunjukkan arang aktif tipe granule beragam konsentrasi mampu mengadsorpsi logam berat Hg dan Cr sampai batas tidak terdeteksi, sedangkan tipe powder hanya dapat mengadsorpsi Hg sampai batas tidak terdeteksi <0,001 mg/L (Jamhari, 2009).

## 2.4 Analisis Limbah Laboratorium

Analisis limbah laboratorium dilakukan dengan metode sebagai berikut (Kihampa dan Hellar, 2015) :

- Menentukan area studi
- Pengumpulan data. Data kualitatif dan kuantitatif dikumpulkan melalui kuesioner, diskusi, observasi dan analisis kimia. Kuesioner diberikan kepada teknisi laboratorium, teknisi kimia, dan kepala departemen. Hal yang ditanyakan dalam kuesioner mengenai pengetahuan dalam manajemen sistem pengumpulan, penyimpanan, pengangkutan, pengolahan dan pembuangan menurut World Health Organization (WHO) tahun 1999
- Karakterisasi limbah. Sampel limbah cair dikumpulkan dalam kaleng dan dibawa ke Laboratorium Ilmu Lingkungan di Universitas Ardhi untuk dianalisis. Nilai pH diukur menggunakan pH meter. Kadar logam berat diukur dengan metode AAS.

## 2.5 Analisis *Strenght, Weakness, Opportunity, Threats* (SWOT)

Menurut Rangkuti (2004), analisis *SWOT* adalah identifikasi berbagai faktor secara sistematis untuk merumuskan strategi perusahaan. Analisis ini didasarkan pada logika yang dapat memaksimalkan kekuatan (*strenght*) dan peluang (*opportunity*), namun secara bersamaan dapat meminimalkan kelemahan (*weakness*) dan ancaman (*threats*). Proses pengambilan keputusan strategi selalu berkaitan dengan pengembangan misi, tujuan, strategi, dan kebijakan perusahaan. Dengan demikian, perencanaan strategi harus menganalisis faktor-faktor strategi perusahaan (kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman) dalam kondisi yang ada saat ini. Analisis *SWOT* membandingkan antara faktor eksternal peluang (*opportunity*) dan ancaman (*threats*) dengan faktor internal kekuatan (*strenght*) dan kelemahan (*weakness*). Menurut Fahmi (2013), untuk menganalisis secara lebih dalam tentang *SWOT*, maka perlu dilihat faktor eksternal dan internal sebagai bagian penting dalam analisis *SWOT*, yaitu :

a. Faktor Eksternal

Faktor eksternal ini mempengaruhi terbentuknya opportunity dan threats (O dan T). Faktor ini menyangkut dengan kondisi yang terjadi di luar perusahaan yang mempengaruhi dalam pembuatan keputusan.

b. Faktor Internal

Faktor internal ini mempengaruhi terbentuknya strenghts dan weakness (S dan W). Faktor ini menyangkut dengan kondisi yang terjadi dalam perusahaan yang mempengaruhi terbentuknya pembuatan keputusan perusahaan.

**Tabel 2.2 SWOT Strategic Issue**

Internal Eksternal	Strengths 1. 2. 3.	Weakness 1. 2. 3.
	Threats 1. 2. 3.	Opportunity 1. 2. 3.
	<b>Strategi ST</b> Gunakan S untuk menghindari T	<b>Strategi WT</b> Minimalkan W dan hindari T
	<b>Strategi SO</b> Gunakan S untuk memanfaatkan O	<b>Strategi WO</b> Atasi W dengan menggunakan O

Analisis seluruh faktor internal dan eksternal yang ada. Dari Tabel 2.2 dapat dihasilkan empat macam strategi organisasi dengan karakteristiknya masing-masing, yakni sebagai berikut :

1. Strategi SO adalah strategi yang harus dapat menggunakan kekuatan sekaligus memanfaatkan peluang yang ada.
2. Strategi WO adalah strategi yang harus ditunjukkan untuk mengurangi kelemahan yang dihadapi dan pada saat yang bersamaan memanfaatkan peluang yang ada.

3. Strategi ST adalah strategi yang harus mampu menonjolkan kekuatan guna mengatasi ancaman yang mungkin timbul.
4. Strategi WT adalah strategi yang bertujuan mengatasi hambatan serta meminimalkan dampak dari ancaman yang ada.

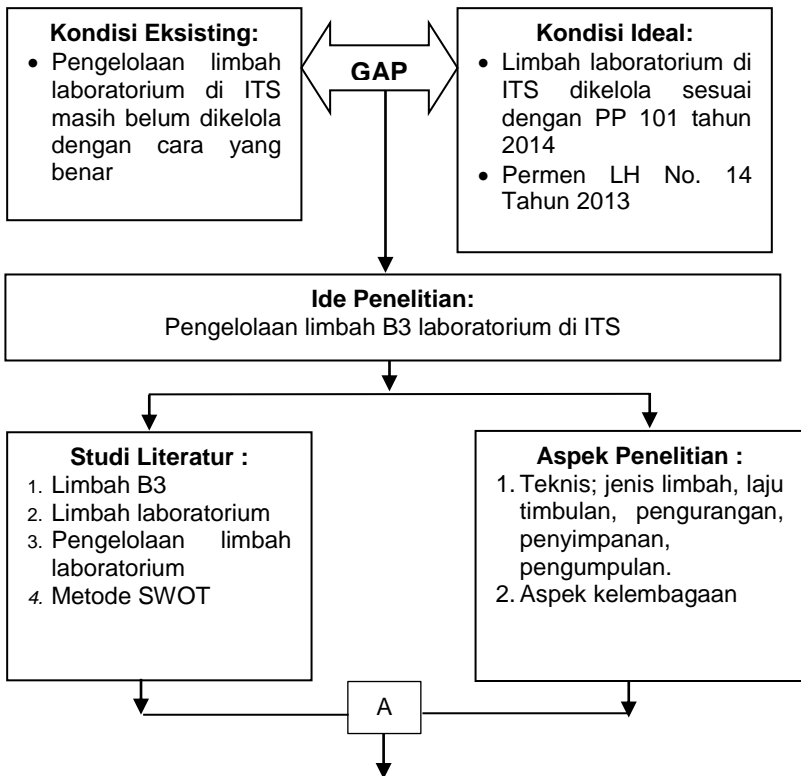
**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

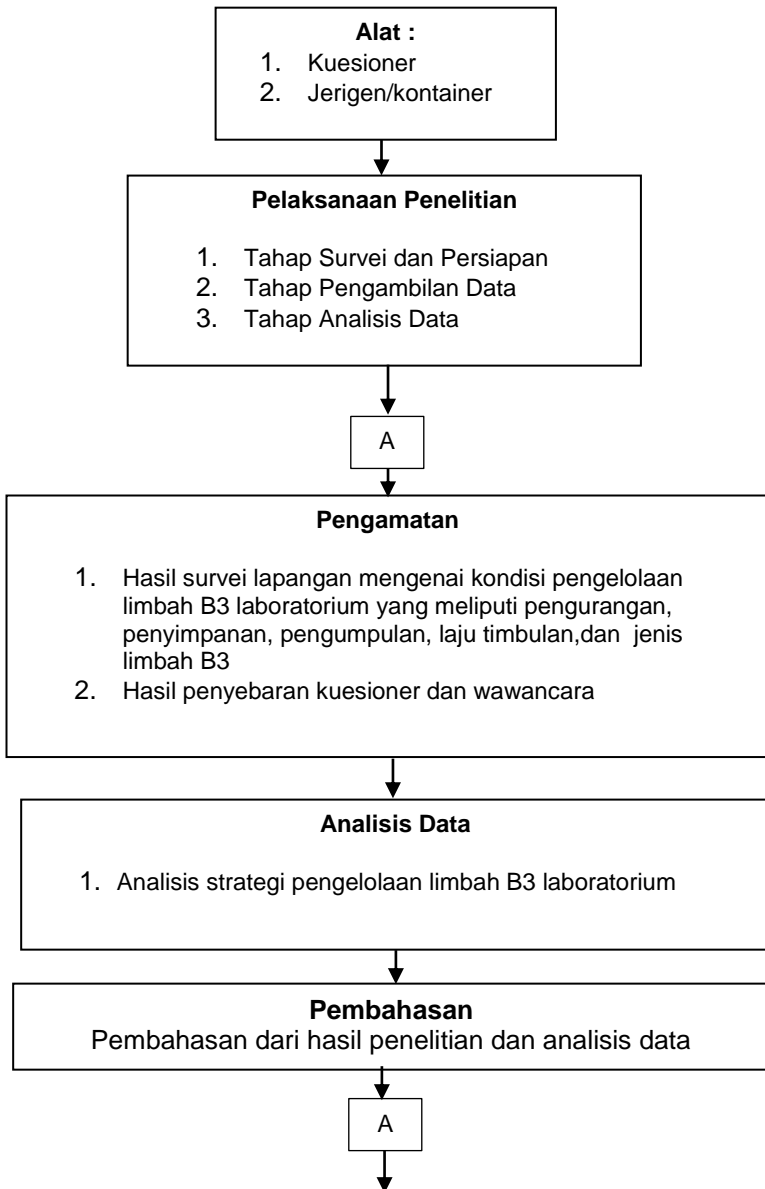
## BAB 3

### METODE PENELITIAN

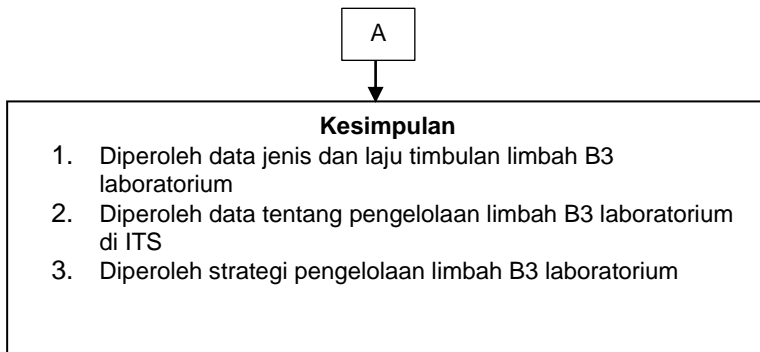
#### 3.1 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian dibuat untuk mengkaji metode yang digunakan selama melakukan penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan strategi pengelolaan limbah B3 laboratorium. Hal tersebut dilakukan agar pengelolaan limbah B3 laboratorium di Kampus ITS lebih baik dan sesuai dengan peraturan yang ditentukan yaitu PP 101 Tahun 2014. Alur kerangka penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1.









**Gambar 3.1 Alur Kerangka Penelitian**

### 3.2 Pelaksanaan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian, yang dilakukan adalah menentukan lokasi studi. Kemudian dilakukan pengumpulan data yang terdiri dari studi literatur, pengumpulan data primer dan sekunder. Dari data-data tersebut dapat dilakukan analisis data dan pembahasan, hingga diperoleh kesimpulan dari penelitian dan saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya.

#### 3.2.1 Survei dan Persiapan

1. Lokasi studi yang diteliti adalah Departemen Teknik Lingkungan, Teknik Kimia, Teknik Material dan Metalurgi, Kimia, dan Biologi dengan melihat potensi penggunaan B3 dalam kegiatan praktikum dan penelitian. Berikut adalah daftar nama laboratorium yang ada di tiap Departemen dalam Tabel 3.1

**Tabel 3.1 Daftar Nama Laboratorium**

Fakultas	Departemen	Nama Laboratorium
FMIPA	Kimia	1. Laboratorium Kimia Material dan Energi
		2. Laboratorium Kimia Bahan Alam dan Sintesis
		3. Laboratorium Geokimia Molekuler
		4. Laboratorium Kimia Mikroorganisme
		5. Laboratorium Instrumentasi dan Sains

Fakultas	Departemen	Nama Laboratorium
		Analitik
		1. Laboratorium Fundamental 1
		2. Laboratorium Fundamental 2
	Biologi	3. Laboratorium Botani
		4. Laboratorium Zoologi
		5. Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi
		6. Laboratorium Ekologi
FTI	Teknik Kimia	11. Laboratorium Perpindahan Massa dan Panas
		12. Laboratorium Teknologi Material
		13. Laboratorium Teknik Reaksi Kimia
		14. Laboratorium Proses Kimia
		15. Laboratorium Pengolahan Limbah Industri
		16. Laboratorium Biomassa dan Konversi Energi
		17. Laboratorium Termodinamika Teknik Kimia
		18. Laboratorium Elektrokimia dan Korosi
		19. Laboratorium Teknik Biokimia
		20. Laboratorium Perancangan dan Pengendalian Proses
		21. Laboratorium Mekanika Fluida dan Pencampuran
		22. Laboratorium Kimia Analisa
		23. Laboratorium Kimia Organik
		24. Laboratorium Kimia Fisika
		25. Laboratorium Mikrobiologi
		26. Laboratorium Teknik Kimia
		27. Laboratorium Simulasi dan Komputasi
	Teknik Material dan Metalurgi	28. Laboratorium Metalurgi
		29. Laboratorium Manufaktur

Fakultas	Departemen	Nama Laboratorium
		30. Laboratorium Korosi dan Kegagalan Material
		31. Laboratorium Teknologi Pengolahan Mineral dan Material
		32. Laboratorium Inovasi Material
		33. Laboratorium Kimia Material
		34. Laboratorium Fisika Material
FTSP	Teknik Lingkungan	35. Laboratorium Pemulihan Air
		36. Laboratorium Pengelolaan Limbah Padat dan B3
		37. Laboratorium Sanitasi dan Fitoteknologi
		38. Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan
		39. Laboratorium Pengendalian Pencemaran Udara dan Pencemaran Iklim

Sumber : Anonim, 2016

2. Mengurus perizinan dan survei lapangan ke Departemen Teknik Lingkungan, Teknik Kimia, Teknik Material dan Metalurgi, Kimia, dan Biologi dengan metode observasi dan wawancara untuk melihat kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 laboratorium.

### 3.2.2 Pengambilan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data primer adalah dengan melakukan :

- a. Pengukuran dan pengamatan langsung pada laju timbulan dan jenis limbah B3 laboratorium di ITS. Setiap laboratorium akan disediakan kontainer atau jerigen kosong dengan diberi label yang sesuai dengan karakteristik limbah B3 yang dapat dilihat pada tabel 3.2. Jerigen atau kontainer ini digunakan untuk penampungan limbah cair yang dihasilkan pada keesokan harinya. Limbah B3 yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi, yaitu dengan melakukan pengukuran pH dan kadar logam berat. Logam berat yang akan di analisis ditentukan berdasarkan kegiatan praktikum dan penelitian yang dilakukan di tiap departemen.

Pengamatan ini dilakukan selama enam hari. Limbah B3 cair laboratorium yang ditampung memiliki jenis :

- Asam
  - Basa
  - Mudah Terbakar
  - Beracun (organik)
  - Logam berat
  - Mudah meledak
- b. Limbah yang bersifat padat ditampung pada wadah tertutup dengan label dan ditampung selama enam hari. B3 kadaluarsa diinventarisasi di tempat penyimpanan bahan-bahan kimia dan dilakukan pengamatan langsung di tempat penyimpanan bahan kimia.

**Tabel 3.2 Jenis limbah cair**

No	Jenis Limbah Cair	Jumlah jerigen
1	Asam	1 buah
2	Basa	1 buah
3	Mudah terbakar	1 buah
4	Mudah meledak	1 buah
5	Toksik	1 buah
6	Logam berat	1 buah
	Total	6 buah

Dalam kegiatan penelitian ini dibutuhkan total 54 jerigen. Hal ini didasarkan pada jenis limbah cair yang akan ditampung dan jumlah laboratorium terbanyak, yaitu laboratorium pada Departemen Teknik Kimia, sebanyak delapan laboratorium dan dilaksanakan selama 12 hari. Rinciannya dapat dilihat pada Tabel 3.3

**Tabel 3.3 Jumlah jerigen yang dibutuhkan tiap Departemen**

Fakultas	Departemen	Nama Laboratorium	Jumlah jerigen
FMIPA	Kimia	1. Laboratorium Kimia Material dan Energi	6
		2. Laboratorium Kimia Bahan Alam dan Sintesis	6
		3. Laboratorium Geokimia Molekuler	6

Fakultas	Departemen	Nama Laboratorium	Jumlah jerigen
		4. Laboratorium Kimia Mikroorganisme	6
		5. Laboratorium Instrumentasi dan Sains Analitik	6
		6. Laboratorium Fundamental 1	6
		7. Laboratorium Fundamental 2	6
	Total		42
	Biologi	8. Laboratorium Botani	6
		9. Laboratorium Zoologi	6
		10. Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi	6
		11. Laboratorium Ekologi	6
	Total		24
FTI	Teknik Kimia	12. Laboratorium Perpindahan Massa dan Panas	6
		13. Laboratorium Teknologi Material	6
		14. Laboratorium Teknik Reaksi Kimia	6
		15. Laboratorium Proses Kimia	6
		16. Laboratorium Pengolahan Limbah Industri	6
		17. Laboratorium Biomassa dan Konversi Energi	6
		18. Laboratorium Termodinamika Teknik Kimia	6
		19. Laboratorium Elektrokimia dan Korosi	6
		20. Laboratorium Teknik Biokimia	6
		Total	56
		21. Laboratorium Perancangan dan Pengendalian Proses	6
		22. Laboratorium Mekanika Fluida dan Pencampuran	6
		23. Laboratorium Kimia Analisa	6
		24. Laboratorium Kimia Organik	6

Fakultas	Departemen	Nama Laboratorium	Jumlah jerigen
		25. Laboratorium Kimia Fisika	6
		26. Laboratorium Mikrobiologi	6
		27. Laboratorium Teknik Kimia	6
		28. Laboratorium Simulasi dan Komputasi	6
	Total		48
	Teknik Material dan Metalurgi	29. Laboratorium Metalurgi	6
		30. Laboratorium Manufaktur	6
		31. Laboratorium Korosi dan Kegagalan Material	6
		32. Laboratorium Teknologi Pengolahan Mineral dan Material	6
		33. Laboratorium Inovasi Material	6
		34. Laboratorium Kimia Material	6
		35. Laboratorium Fisika Material	6
	Total		42
FTSP	Teknik Lingkungan	36. Laboratorium Pemulihan Air	6
		37. Laboratorium Pengelolaan Limbah Padat dan B3	6
		38. Laboratorium Sanitasi dan Fitoteknologi	6
		39. Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan	6
		40. Laboratorium Pengendalian Pencemaran Udara dan Pencemaran Iklim	6
Total		30	

- a. Mengamati kegiatan penyimpanan dengan menggunakan metode observasi dan wawancara. Kegiatan wawancara menanyakan tentang pewadahan, pelabelan, lama penyimpanan dan lembar keamanan *Material Safety Data Sheet*
- b. Mengamati kegiatan pengurangan dengan metode observasi dan wawancara. Kegiatan wawancara menanyakan tentang pengadaan bahan kimia dan

- pembuatan reagen untuk kegiatan praktikum dan penelitian
- c. Mengamati kegiatan pengumpulan dengan metode observasi dan wawancara mengenai pihak ketiga dalam pengumpulan limbah B3 laboratorium dan biaya dalam kegiatan pengumpulan tersebut
  - d. Menggunakan kuesioner untuk mengetahui pendapat *stakeholder* mengenai pengelolaan limbah B3 laboratorium. Responden dalam kuesioner ini adalah:
    - Ketua departemen/sekretaris departemen
    - Kepala laboratorium
    - Laboran
    - Dosen yang terkait

Dalam kegiatan pengamatan ini juga dilihat ada atau tidaknya *Standar Operation Procedure* (SOP) dalam pengelolaan limbah B3 laboratorium. Kuesioner serta lembar pengamatan untuk kegiatan tersebut dilampirkan dalam Lampiran 1 dan Lampiran 2.

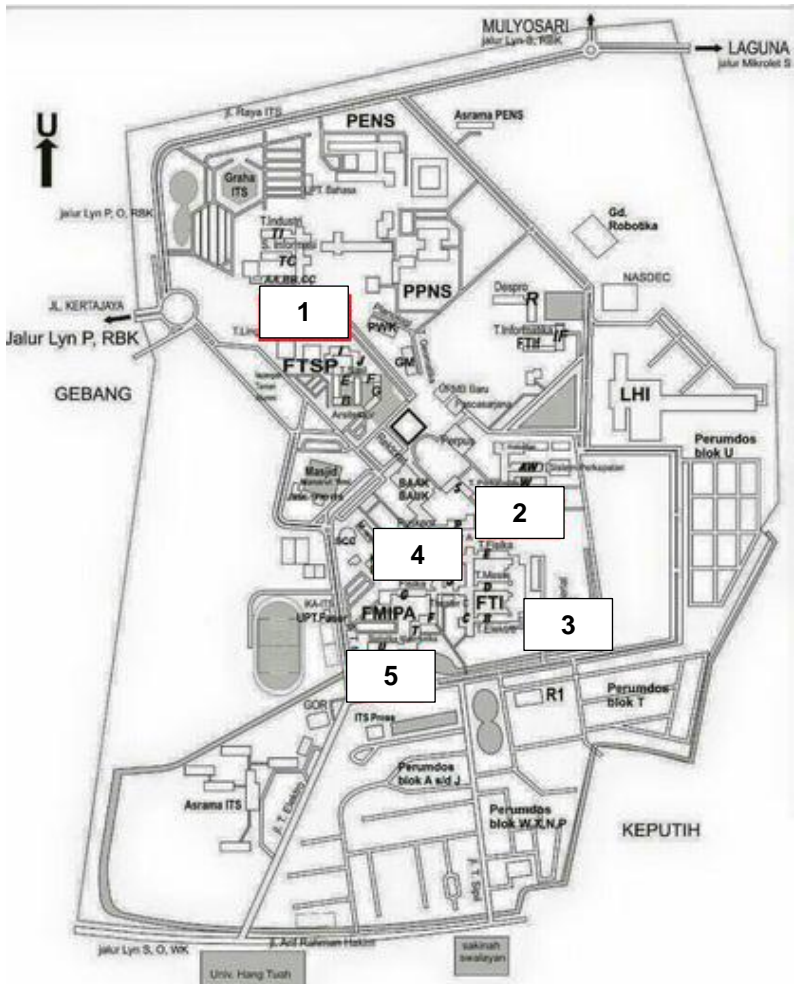
2. Data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi :
  - a. Nama-nama laboratorium
  - b. Peta lokasi laboratorium, pada Gambar 3.2
  - c. Kegiatan praktikum dan penelitian yang dilakukan
  - d. Jumlah laboratorium
  - e. Jumlah mahasiswa tiap Departemen
  - f. Jumlah dosen dan teknisi tiap Departemen

### **3.3 Analisis Data**

1. Menghitung laju timbulan limbah B3 laboratorium yang dihasilkan dari tiap departemen. Perhitungan laju timbulan limbah B3 dilakukan setiap hari selama enam hari. Limbah B3 laboratorium cair yang dihasilkan dari tiap departemen kemudian dikompositkan sesuai dengan jenisnya untuk dilakukan karakterisasi pH dan kadar logam beratnya.
2. Melakukan identifikasi kekuatan (*strenghts*), kelemahan (*weakness*), peluang (*opportunity*), dan ancaman (*threats*) berdasarkan kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 laboratorium dari tiap departemen

3. Dari identifikasi kekuatan (*strengths*), kelemahan (*weaknesses*), peluang / kesempatan (*opportunities*) dan juga ancaman (*threats*) yang ada, kemudian dibuat pemetaan dengan matriks strategi untuk menentukan langkah-langkah strategi yang akan dilakukan





Keterangan :

1. Teknik Lingkungan
2. Teknik Kimia
3. Teknik Material dan Metalurgi
4. Kimia
5. Biologi

**Gambar 3.2 Peta Lokasi  
ITS (Tanpa Skala)  
Sumber : ITS, 2013**

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data yang dibahas dalam bab ini adalah hasil dari penelitian limbah B3 laboratorium yang dihasilkan dari lokasi penelitian. Pembahasan dalam bab ini meliputi identifikasi limbah B3 laboratorium yang dihasilkan meliputi laju timbulan dan jenis limbah B3, kondisi eksisting pengelolaan, dan rekomendasi strategi pengelolaan limbah B3 sesuai dengan PP 101 Tahun 2014 dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 14 Tahun 2013 tentang Simbol Limbah B3.

#### **4.1 Identifikasi Jenis dan Laju Timbulan Limbah B3 Laboratorium**

Data yang didapatkan dari hasil penelitian meliputi jenis dan laju timbulan limbah B3 laboratorium yang bersifat padat maupun cair di tiap departemen yang menjadi lokasi studi.. Penelitian dilakukan selama enam hari. Dalam setiap departemen limbah yang dihasilkan memiliki jenis yang berbeda-beda. Hal ini tergantung pada kegiatan yang dilakukan di masing-masing laboratorium.

##### **4.1.1 Departemen Kimia**

Departemen Kimia memiliki tujuh laboratorium. Laboratorium-laboratorium tersebut adalah :

1. Laboratorium Fundamental 1
2. Laboratorium Fundamental 2
3. Laboratorium Laboratorium Kimia Material dan Energi
4. Laboratorium Laboratorium Kimia Bahan Alam dan Sintesis
5. Laboratorium Geokimia Molekuler
6. Laboratorium Kimia Mikroorganisme
7. Laboratorium Instrumentasi dan Sains Analitik

Pada departemen ini peneliti diberikan izin untuk melakukan pengamatan pada Laboratorium Kimia Fundamental 1, Kimia Fundamental 2, Laboratorium Geokimia Molekuler, dan Laboratorium Instrumentasi dan Sains Analitik. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 17 April-24 April 2017 di Laboratorium Fundamental 1 dan Laboratorium Fundamental 2. Penelitian di Laboratorium Geokimia Molekuler dan Laboratorium Instrumentasi dan Sains Analitik dilaksanakan pada tanggal 19 April 2017-26 April 2017. Kegiatan yang dilakukan pada

Laboratorium Fundamental tersebut adalah kegiatan praktikum oleh mahasiswa angkatan 2016, 2015, 2014. Mahasiswa angkatan 2016, 2015, dan 2014 yang melakukan kegiatan praktikum dalam minggu penelitian adalah sebanyak 48, 52, dan 50 mahasiswa. Kegiatan praktikum yang dilaksanakan adalah mengenai Kimia Dasar II, Sintesa Anorganik, Bioproses, Dinamika, Struktur Sifat Reaktivitas Senyawa Anorganik dan Reaksi Senyawa Organik. Mahasiswa yang melaksanakan kegiatan penelitian di Laboratorium Geokimia Molekuler dan Laboratorium Instrumentasi dan Analisis Kimia berjumlah 22 mahasiswa

Limbah B3 yang dihasilkan dari kegiatan laboratorium di Departemen Kimia merupakan limbah cair dan limbah padat dari kegiatan praktikum. Kegiatan yang dilakukan di Laboratorium Fundamental adalah praktikum mengenai Kimia Dasar II, Sintesa Anorganik, Bioproses, Dinamika, Struktur Sifat Reaktivitas Senyawa Anorganik, dan Reaksi Senyawa Organik. Limbah B3 cair yang dihasilkan dari Departemen Kimia ini memiliki jenis asam, basa, mengandung logam berat, dan beracun. Total limbah B3 cair yang dihasilkan dari kegiatan praktikum dan penelitian yang ditampung selama enam hari dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Total Volume Limbah Cair B3 di Departemen Kimia**

No	Jenis	Total (mL)	Rata-rata/hari (mL)
1.	Asam	650	108,34
2.	Basa	150	25
3.	Beracun (organik)	1100	183,34
4.	Logam berat	6350	1058,34

Limbah-limbah yang dihasilkan kemudian dikompositkan dan dianalisis pH dan kadar logam beratnya. Hasil analisis pH dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan hasil analisis logam berat dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.2 Analisis pH Limbah B3 Cair di Departemen Kimia**

No.	Jenis	pH
1.	Asam	1
2.	Basa	13,27
3.	Beracun	13,22
4.	Logam Berat	1,96

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa limbah B3 laboratorium yang dihasilkan pada Departemen Kimia memiliki sifat korosif.

**Tabel 4.3 Analisis Kadar Logam Berat Limbah B3 Cair di Departemen Kimia**

No.	Jenis	Nilai	Satuan
1.	Hg	20892,85	mg/L
2.	Cr	1666,5	mg/L
3.	Ni	14,88	mg/L

Dari kegiatan penelitian di Departemen Kimia didapatkan hasil bahwa logam berat yang dihasilkan adalah Hg, Cr, dan Ni. Logam berat Hg dan Cr berasal dari kegiatan praktikum mahasiswa sedangkan logam berat Ni dihasilkan dari kegiatan penelitian. Dari hasil analisis, logam berat Hg memiliki kadar yang paling tinggi yaitu sebesar 20892,85 mg/L.

Limbah B3 padat yang dihasilkan dari kegiatan laboratorium meliputi kertas tisu dan sarung tangan yang terkontaminasi oleh bahan-bahan kimia yang bersifat B3, seperti asam kuat, basa kuat, beracun, dan mengandung logam berat pada kegiatan praktikum dan penelitian. Selain itu juga ada limbah padat dari bahan kimia kadaluarsa. Total limbah B3 padat di Departemen Kimia sebanyak 4,34 kg. Rata-rata limbah B3 padat yang dihasilkan sebanyak 0,72 kg/hari yang terdiri atas kertas tisu, masker dan sarung tangan bekas pakai yang terkontaminasi B3.

Hasil pengamatan selama enam hari pada masing-masing laboratorium dapat dilihat pada Tabel 4.4 – 4.9

**Tabel 4.4 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di  
Laboratorium Fundamental 1**

No	Hari	Tanggal	Volume Limbah yang Dihasilkan (mL)			
			Toksik (organik) <sup>*)</sup>	Asam <sup>**)</sup>	Basa <sup>***)</sup>	Logam Berat <sup>****)</sup>
1	Senin	17 April 2017	500	300	150	600
2	Selasa	18 April 2017	-	-	-	-
3	Rabu	19 April 2017	-	-	-	-
4	Kamis	20 April 2017	300	50	-	50
5	Jumat	21 April 2017	300	-	-	-
6	Senin	24 April 2017	-	-	-	-
Total			1100	350	150	650

Keterangan :

\*) = indikator universal

\*\*) = HCl

\*\*\*)) = NaOH

\*\*\*\*)) = K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>, Co(II)

Limbah bersifat asam dan basa dihasilkan dari kegiatan praktikum kimia dasar II mengenai titrasi menggunakan HCl, NaOH dan indikator phenolftalein.

**Tabel 4.5 Hasil Pengamatan Kuantitas Limbah B3 Padat  
Laboratorium Fundamental 1**

No	Hari	Tanggal	Limbah Padat yang Dihasilkan (kg)	Komposisi
1	Senin	17 April 2017	0,34	Masker bekas pakai, kertas tisu, sarung tangan bekas pakai
2	Selasa	18 April 2017	-	-
3	Rabu	19 April 2017	-	-

No	Hari	Tanggal	Limbah Padat yang Dihasilkan (kg)	Komposisi
4	Kamis	20 April 2017	0,33	Masker bekas pakai, kertas tisu, sarung tangan bekas pakai
5	Jumat	21 April 2017	0,30	Masker bekas pakai, kertas tisu, sarung tangan bekas pakai
6	Senin	24 April 2017	-	-
Total			0,97	

Di Laboratorium Fundamental 1 ini menghasilkan limbah B3 padat sebanyak 0,97 kg. Limbah B3 padat ini berasal dari kegiatan praktikum mahasiswa. Komposisi limbah B3 padat ini adalah masker bekas pakai, kertas tisu bekas pakai, serta sarung tangan bekas pakai yang terkontaminasi dengan bahan kimia bersifat B3.

**Tabel 4.6 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Fundamental**

No	Hari	Tanggal	Volume Limbah yang Dihasilkan (mL)			
			Toksik organik	Asam <sup>*)</sup>	Basa	Logam Berat <sup>**)</sup>
1	Senin	17 April 2017	-	150	-	400
2	Selasa	18 April 2017	-	-	-	3300
3	Rabu	19 April 2017	-	-	-	-
4	Kamis	20 April 2017	-	-	-	1100
5	Jumat	21 April 2017	-	-	-	-
6	Senin	24 April 2017	-	-	-	-
Total			-	150	-	4800

Keterangan :

<sup>\*)</sup> = H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

<sup>\*\*)</sup> = HgCl<sub>2</sub> dan Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

Limbah-limbah B3 yang dihasilkan di Laboratorium Fundamental 2 ini berasal dari kegiatan praktikum Kimia Dasar dan Sintesa Anorganik serta Dinamika. Logam berat berasal dari praktikum dinamika yang menggunakan  $\text{HgCl}_2$  dan  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ . Limbah asam berasal dari percobaan kinetika kimia yang menggunakan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

**Tabel 4.7 Hasil Pengamatan Kuantitas Limbah B3 Padat  
Laboratorium Fundamental 2**

No	Hari	Tanggal	Limbah Padat yang Dihasilkan (kg)	Komposisi
1	Senin	17 April 2017	0,80	Masker bekas pakai, kertas tisu, sarung tangan bekas pakai
2	Selasa	18 April 2017	0,84	Masker bekas pakai, kertas tisu, sarung tangan bekas pakai
3	Rabu	19 April 2017	-	-
4	Kamis	20 April 2017	0,82	Masker bekas pakai, kertas tisu, sarung tangan bekas pakai
5	Jumat	21 April 2017	0,78	Masker bekas pakai, kertas tisu, sarung tangan bekas pakai
6	Senin	24 April 2017	-	-
Total			3,24	

Di Laboratorium Fundamental 2 ini menghasilkan limbah B3 padat sebanyak 3,24 kg. Limbah B3 padat ini berasal dari kegiatan praktikum mahasiswa. Komposisi limbah B3 padat ini adalah masker bekas pakai, kertas tisu bekas pakai, serta sarung



tangan bekas pakai yang terkontaminasi dengan bahan kimia bersifat B3.

**Tabel 4.8 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair Laboratorium Instrumentasi dan Sains Analitik**

No	Hari	Tanggal	Volume Limbah yang Dihasilkan (mL)			
			Toksik organik	Asam	Basa	Logam Berat
1	Rabu	19 April 2017	-	150	-	-
2	Kamis	20 April 2017	-	-	-	550
3	Jumat	21 April 2017	-	-	-	-
4	Senin	24 April 2017	-	-	-	-
5	Selasa	25 April 2017	-	-	-	-
6	Rabu	26 April 2017	-	-	-	350
Total				150		900

Limbah B3 cair laboratorium Instrumentasi dan Sains Analitik yang dihasilkan pada minggu pengamatan memiliki jenis asam dan mengandung logam berat. Limbah B3 cair asam berasal dari HCl sedangkan limbah mengandung logam berat mengandung Ni dari penelitian mengenai penentuan Fe(II)-fenantrolin

**Tabel 4.9 Hasil Pengamatan Kuantitas Limbah B3 Padat Laboratorium Instrumentasi dan Analisis Kimia**

No	Hari	Tanggal	Limbah Padat yang Dihasilkan (kg)	Komposisi
1	Rabu	19 April 2017	-	-
2	Kamis	20 April 2017	0,08	Masker bekas pakai, kertas tisu, sarung tangan bekas pakai
3	Jumat	21 April 2017	-	-
4	Senin	24 April 2017	-	-

No	Hari	Tanggal	Limbah Padat yang Dihasilkan (kg)	Komposisi
5	Selasa	25 April 2017	-	-
6	Rabu	26 April 2017	0,05	Masker bekas pakai, kertas tisu, sarung tangan bekas pakai
Total			0,13	

Di Laboratorium Instrumentasi dan Sains Analitik ini menghasilkan limbah B3 padat sebanyak 0,13 kg. Limbah B3 padat ini berasal dari kegiatan penelitian. Komposisi limbah B3 padat ini adalah masker bekas pakai, kertas tisu bekas pakai, serta sarung tangan bekas pakai yang terkontaminasi dengan bahan kimia bersifat B3.

Bahan kimia kadaluarsa yang dihasilkan dari Departemen Kimia memiliki jenis padat dan cair. Bahan kimia kadaluarsa bersifat padat sebesar 2525 gr. Bahan kimia kadaluarsa cair sebesar 6850 mL. Daftar bahan kimia kadaluarsa di Departemen Kimia dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan 4.11

**Tabel 4.10 Bahan Kimia Kadaluarsa Padat di Departemen Kimia**

No	Nama Bahan Kimia	Jumlah	Massa (gr)	Masa Kadaluarsa
1.	NaOH	1	500	Juli 2015
2.	Metil Merah	1	25	September 1997
3.	KOH	1	1000	Februari 2010
4.	Sodium sulfat	1	1000	April 2015
Total			2525 gr	

**Tabel 4.11 Bahan Kimia Kadaluaursa Cair di Departemen Kimia**

No	Nama Bahan Kimia	Jumlah	Volume (mL)	Masa Kadaluaursa
1.	Asam sulfat	1	1000	Desember 2004
2.	Feroin	1	100	Maret 2017
3.	Solvent	2	1000	Maret 2007
4.	Petroleumbenzin	1	1000	Oktober 2012
5.	2-propanol	1	250	Mei 2012
6.	1-butanol	1	1000	April 2010
7.	Bromin water	1	500	Mei 2014
8.	Isoamil alkohol	1	1000	Agustus 2012
Total			6850 mL	

Dari Tabel 4.10 dan 4.11 dapat dilihat bahwa masih ada beberapa bahan kimia kadaluarsa yang disimpan di tempat penyimpanan bahan kimia. Menurut PP 101 Tahun 2014 bahan kimia kadaluarsa ini termasuk dalam limbah B3 sehingga diperlukan pengelolaan untuk menangani permasalahan tersebut.

#### **4.1.2 Departemen Biologi**

Departemen Biologi memiliki empat laboratorium. Laboratorium-laboratorium tersebut adalah :

1. Laboratorium Mikrobiologi
2. Laboratorium Botani
3. Laboratorium Zoologi
4. Laboratorium Ekologi

Laboratorium yang diamati dalam kegiatan penelitian ini adalah laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Botani karena berpotensi menghasilkan limbah B3. Kegiatan praktikum pada semester ini dilaksanakan oleh angkatan 2015 dan 2016. Kegiatan praktikum ini diikuti oleh 74 dan 75 mahasiswa. Kegiatan penelitian dilakukan oleh angkatan 2013. Mahasiswa yang melaksanakan kegiatan praktikum di Laboratorium Botani sebanyak 20 mahasiswa. Mahasiswa yang melaksanakan kegiatan penelitian di Laboratorium Mikrobiologi sebanyak 30 mahasiswa.

Limbah B3 yang dihasilkan dari kegiatan laboratorium di Departemen Biologi didominasi limbah cair dari kegiatan praktikum dan penelitian. Kegiatan yang dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi merupakan limbah kegiatan praktikum mikrobiologi dan penelitian tugas akhir. Kegiatan yang dilakukan adalah pewarnaan bakteri Laboratorium Botani menghasilkan limbah bersifat asam dan basa serta mengandung logam berat dari kegiatan penelitian dan praktikum biokimia mengenai pengenalan lipid. Praktikum lipid menggunakan larutan Pb asetat. Total limbah B3 cair yang dihasilkan dari kegiatan praktikum dan penelitian yang ditampung selama enam hari dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut :

**Tabel 4.12 Total Volume Limbah B3 Cair di Departemen Biologi**

No	Jenis	Total (mL)	Rata-rata/hari (mL)
1.	Asam	250	42
2.	Basa	400	67
3.	Beracun	760	127
4.	Logam berat	350	58

Limbah-limbah yang dihasilkan kemudian dikompositkan dan dianalisis pH dan kadar logam beratnya. Hasil analisis pH dapat dilihat pada Tabel 4.13.

**Tabel 4.13 Analisis pH Limbah B3 Cair di Departemen Biologi**

No.	Jenis	pH
1.	Asam	4,77
2.	Basa	9,77
3.	Beracun	7,96
4.	Logam Berat	9

Dari hasil analisis pH limbah B3 laboratorium yang dihasilkan di Departemen Biologi masih dalam pH yang aman. Dari hasil analisis kadar logam berat limbah B3 cair di Departemen Biologi didapatkan logam berat jenis Pb memiliki konsentrasi sebesar  $<0,0764$  mg/L. Hasil tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi Pb yang digunakan masih tergolong kecil.

Limbah B3 padat yang dihasilkan dari kegiatan laboratorium meliputi kertas tisu, sarung tangan, dan pecahan gelas ukur yang terkontaminasi oleh asam dan basa pada kegiatan penelitian. Total limbah padat yang dihasilkan sebanyak 0,53 kg. Rata-rata limbah B3 padat dihasilkan sebanyak 0,08 kg/hari.

Hasil pengamatan selama enam hari di Departemen Biologi dijelaskan pada Tabel 4.14 – 4.17

**Tabel 4.14 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Mikrobiologi**

No	Hari	Tanggal	Volume Limbah yang Dihasilkan (mL)			
			Toksik (organik) <sup>*)</sup>	Asam	Basa	Logam Berat
1	Kamis	30 Maret 2017	550	-	-	-
2	Jumat	31 Maret 2017	150	-	-	-
3	Senin	3 April 2017	-	-	-	-
4	Selasa	4 April 2017	-	-	-	-
5	Rabu	5 April 2017	-	-	-	-
6	Kamis	6 April 2017	50	-	-	-
Total			750	-	-	-

Keterangan :

\*) = kristal violet, iodine, alkohol, safranin

Limbah B3 cair yang dihasilkan dari Laboratorium Mikrobiologi bersifat toksik organik karena menggunakan pewarna kristal violet, iodine, alkohol, safranin untuk kegiatan pewarnaan bakteri.

**Tabel 4.15 Hasil Pengamatan Kuantitas Limbah B3 Padat di  
Laboratorium Mikrobiologi**

No	Hari	Tanggal	Limbah Padat yang Dihasilkan (kg)	Komposisi
1	Kamis	30 Maret 2017	0,08	Masker bekas pakai, kertas tisu
2	Jumat	31 Maret 2017	0,01	Masker bekas pakai, kertas tisu
3	Senin	3 April 2017	-	
4	Selasa	4 April 2017	0,02	Masker bekas pakai, kertas tisu
5	Rabu	5 April 2017	-	-
6	Kamis	6 April 2017	-	-
Total			0,11	

Limbah B3 padat yang dihasilkan di Laboratorium Mikrobiologi sebanyak 0,11 kg. Limbah B3 padat ini terdiri dari masker bekas pakai, kertas tisu bekas pakai yang telah terkontaminasi bahan kimia bersifat B3.

**Tabel 4.16 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di  
Laboratorium Botani**

No	Hari	Tanggal	Volume Limbah yang Dihasilkan (mL)			
			Toksik organik <sup>*)</sup>	Asam <sup>**)</sup>	Basa <sup>***)</sup>	Logam Berat <sup>****)</sup>
1	Kamis	30 Maret 2017	-	-	-	-
2	Jumat	31 Maret 2017	-	-	-	-
3	Senin	3 April 2017	-	250	400	-
4	Selasa	4 April 2017	-	-	-	-
5	Rabu	5 April 2017	-	-	-	-
6	Kamis	6 April 2017	10	-		350

Total	10	250	400	350
-------	----	-----	-----	-----

Keterangan :

\*) = iodium, kloroform, benedict

\*\*) = antifungal

\*\*\* ) = NaOCl

\*\*\*\* ) = Pb asetat

Limbah B3 yang dihasilkan di Laboratorium Botani bersifat asam, basa, toksik organik, dan mengandung logam berat. Limbah bersifat asam berasal dari kegiatan kultur jaringan menggunakan antifungal. Basa berasal dari kegiatan praktikum menggunakan NaOCl. Limbah toksik organik dari kegiatan praktikum biokimia mengenai pengenalan enzim dan vitamin menggunakan pewarna iodium, benedict dan kloroform. Logam berat dihasilkan dari kegiatan praktikum lipid yang menggunakan Pb asetat.

**Tabel 4.17 Hasil Pengamatan Kuantitas Limbah B3 Padat di Laboratorium Botani**

No	Hari	Tanggal	Limbah Padat yang Dihasilkan (kg)	Komposisi
1	Kamis	30 Maret 2017	-	-
2	Jumat	31 Maret 2017	0,4	Kertas tisu, masker bekas pakai, pecahan gelas ukur
3	Senin	3 April 2017	-	-
4	Selasa	4 April 2017	-	-
5	Rabu	5 April 2017	0,02	Kertas tisu, masker bekas pakai
6	Kamis	6 April 2017	-	-
Total			0,42 kg	

Limbah B3 padat yang dihasilkan di Laboratorium Mikrobiologi sebanyak 0,42 kg. Limbah B3 padat ini terdiri dari masker bekas pakai, kertas tisu bekas pakai dan pecahan gelas ukur yang telah terkontaminasi bahan kimia bersifat B3.

Bahan kimia kadaluarsa yang dihasilkan dari Departemen Biologi memiliki jenis padat dan cair. Daftar bahan kimia kadaluarsa di Departemen Biologi dapat dilihat pada Tabel 4.18 dan 4.19

**Tabel 4.18 Bahan Kimia Kadaluarsa Bersifat Padat di Departemen Biologi**

No	Nama Bahan Kimia	Jumlah	Massa (gr)	Masa Kadaluarsa
1.	CuSO <sub>4</sub>	2	1000	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
2.	Toluen	1	tidak ada ukuran	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
3.	KOH	1	500	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
4.	PbNO <sub>3</sub>	1	tidak ada ukuran	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
5.	Bromtimol blue	1	tidak ada ukuran	Juli 2007
6.	Metil merah	1	25	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
7.	Metil blue	1	25	Maret 2014
8.	Phenol	1	250	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
9.	Dinitrobenzoic acid	1	100	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
10.	Phenyl	1	25	Oktober 2010
Total			3425 gr	

**Tabel 4.19 Bahan Kimia Kadaluarsa Bersifat Cair di Departemen Biologi**

No	Nama Bahan Kimia	Jumlah	Volume (mL)	Keterangan
1.	Toluen	1	tidak ada ukuran	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
2.	Ferroin	1	100	Feb-13
3.	Lugol	1	100	Des-14
4.	HCl	1	20	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
5.	Pb asetat	1	50	Tidak diketahui <sup>*)</sup>



No	Nama Bahan Kimia	Jumlah	Volume (mL)	Keterangan
6.	NaOH	1	100	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
7.	Phenol red	1	150	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
8.	CuSO <sub>4</sub>	1	250	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
Total			770 mL	

Keterangan :

\*) = tidak diketahui tanggal retest dan tanggal pengadaan

Dari Tabel 4.19 dan 4.20 dapat dilihat bahwa masih ada beberapa bahan kimia kadaluarsa yang disimpan di tempat penyimpanan bahan kimia. Menurut PP 101 Tahun 2014 bahan kimia kadaluarsa ini termasuk dalam limbah B3 sehingga diperlukan pengelolaan untuk menangani permasalahan tersebut.

#### 4.1.3 Departemen Teknik Kimia

Departemen Teknik Kimia memiliki 17 laboratorium, yaitu :

1. Laboratorium Perpindahan Massa dan Panas
2. Laboratorium Teknologi Material
3. Laboratorium Reaksi Kimia
4. Laboratorium Proses Kimia
5. Laboratorium Pengolahan Limbah Industri
6. Laboratorium Termodinamika
7. Laboratorium Biomassa dan Konversi Energi
8. Laboratorium Elektrokimia dan Korosi
9. Laboratorium Teknik Biokimia
10. Laboratorium Perancangan dan Pengendalian Proses
11. Laboratorium Mekanika Fluida dan Pencampuran
12. Laboratorium Kimia Analisa
13. Laboratorium Kimia Organik
14. Laboratorium Kimia Fisika
15. Laboratorium Mikrobiologi
16. Laboratorium Teknik Kimia
17. Laboratorium Simulasi dan Komputasi

Dari laboratorium-laboratorium tersebut yang tidak berpotensi menghasilkan limbah B3 adalah :

1. Laboratorium Perancangan dan Pengendalian Proses
2. Laboratorium Mekanika Fluida dan Pencampuran
3. Laboratorium Kimia Fisika
4. Laboratorium Simulasi dan Komputasi

Sehingga kegiatan pengamatan hanya dilakukan pada 13 laboratorium. Kegiatan pengamatan yang dilakukan di departemen ini dilakukan selama 12 hari dimulai pada tanggal 10 April 2017-17 April 2017 dan 24 April-1 Mei 2017. Laboratorium yang diamati pada tanggal 10 April 2017-17 April 2017 adalah Laboratorium Teknik Kimia, Laboratorium Perpindahan Massa dan Panas, Laboratorium Teknologi Material, Laboratorium Teknik Reaksi Kimia, Laboratorium Pengolahan Limbah Industri, dan Laboratorium Termodinamika. Mahasiswa yang melakukan kegiatan praktikum sebanyak 150 mahasiswa. Mahasiswa yang melakukan kegiatan TA di masing-masing laboratorium adalah sebanyak :

- a. Laboratorium Perpindahan Massa dan Panas = 26 mahasiswa
- b. Laboratorium Teknologi Material = 13 mahasiswa
- c. Laboratorium Teknik Reaksi Kimia = 10 mahasiswa
- d. Laboratorium Pengolahan Limbah Industri = 20 mahasiswa
- e. Laboratorium Termodinamika = 20 mahasiswa
- f. Laboratorium Proses Kimia = 25 mahasiswa
- g. Laboratorium Elektrokimia dan Korosi = 22 mahasiswa

Kegiatan praktikum dan penelitian pada semester ini dilaksanakan oleh angkatan 2016 dan 2013.

Limbah B3 yang dihasilkan dari kegiatan laboratorium di Departemen Teknik Kimia didominasi limbah B3 cair dari kegiatan praktikum dan penelitian. Kegiatan yang dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia merupakan limbah kegiatan praktikum. Limbah B3 yang dihasilkan mayoritas merupakan limbah cair yang bersifat basa karena menggunakan NaOH. Laboratorium Teknologi Material juga menghasilkan limbah yang bersifat basa dari kegiatan penelitian mahasiswa mengenai mikroselulosa. Laboratorium Pengolahan Limbah Industri menghasilkan limbah B3 bersifat asam dari kegiatan penelitian mengenai pembuatan pupuk cair dari air kelapa. Laboratorium Termodinamika banyak menghasilkan limbah B3 beracun organik, yaitu toluen, butanol, oktanol. Pada saat kegiatan penelitian berlangsung, Laboratorium Perpindahan Massa dan Panas serta Laboratorium Reaksi Kimia tidak menghasilkan limbah yang bersifat B3. Total limbah cair B3 yang dihasilkan dari kegiatan praktikum dan penelitian yang ditampung selama enam hari padat tanggal 10 April-17 April 2017 dan 18 April-26 April 2017 dapat dilihat pada Tabel 4.23.

**Tabel 4.20 Total Volume Limbah B3 Cair di Departemen Teknik Kimia**

No	Jenis	Total (mL)	Rata-rata/hari (mL)
1	asam	2500	416,67
2	basa	29300	4883
3	Toksik (organik)	450	75
4	Logam Berat	350	43,75

Limbah-limbah B3 yang dihasilkan kemudian dikompositkan dan dianalisis pH dan kadar logam beratnya. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 4.24 dan Tabel 4.25.

**Tabel 4.21 Hasil Analisis pH Limbah B3 Cair Departemen Teknik Kimia**

No.	Jenis	pH
1.	Asam	1,50
2.	Basa	12,30
3.	Toksik (organik)	11,98
4.	Logam berat	1,25

Hasil dari analisis pH pada limbah B3 cair di Departemen Teknik Kimia memiliki jenis korosif. Sedangkan hasil dari analisis kadar logam berat menunjukkan kadar logam berat Pb sebesar 341,87 mg/L.

Limbah B3 padat yang dihasilkan dari kegiatan laboratorium meliputi tisu dan alumunium foil yang terkontaminasi oleh asam dan basa pada kegiatan penelitian dalam Laboratorium Termodinamika. Total limbah B3 padat yang dihasilkan sebanyak 0,05 kg. Rata-rata per hari limbah B3 padat dihasilkan sebanyak 0,08 kg/hari dengan komposisi kertas tisu bekas pakai, alumunium foil yang terkontaminasi B3. Rincian jenis limbah B3 laboratorium yang dihasilkan di Departemen Teknik Kimia terdapat pada Tabel 4.22 hingga Tabel 4.28

**Tabel 4.22 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di  
Laboratorium Teknologi Material**

No	Hari	Tanggal	Volume Limbah yang Dihasilkan (mL)			
			Toksik organik	Asam	Basa*)	Logam Berat
1	Senin	10 April 2017	-	-	6000	-
2	Selasa	11 April 2017	-	-	6500	-
3	Rabu	12 April 2017	-	-	3300	-
4	Kamis	13 April 2017	-	-	6400	-
5	Jumat	14 April 2017	-	-	-	-
6	Senin	17 April 2017	-	-	6250	-
Total			-	-	28450	-

Keterangan :

\*) = NaOH

Limbah B3 cair yang dihasilkan dalam laboratorium ini bersifat basa. Limbah B3 ini berasal dari kegiatan penelitian tugas akhir mengenai mikroselulosa yang menggunakan NaOH. Tidak dihasilkan limbah yang bersifat padat dari laboratorium ini.

**Tabel 4.23 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di  
Laboratorium Pengolahan Limbah Industri**

No	Hari	Tanggal	Volume Limbah yang Dihasilkan (mL)			
			Toksik organik	Asam <sup>*)</sup>	Basa	Logam Berat
1	Senin	10 April 2017	-	100	-	-
2	Selasa	11 April 2017	-	150	-	-
3	Rabu	12 April 2017	-	100	-	-
4	Kamis	13 April 2017	-	100	-	-
5	Jumat	14 April 2017	-	-	-	-
6	Senin	17 April 2017	-	-	-	-

No	Hari	Tanggal	Volume Limbah yang Dihasilkan (mL)			
			Toksik organik	Asam <sup>*)</sup>	Basa	Logam Berat
Total			-	450	-	-

Keterangan :

\*) Limbah B3 bersifat asam berasal dari kegiatan penelitian mengenai pembuatan pupuk cair dari air kelapa menggunakan bakteri sehingga menghasilkan limbah yang bersifat asam.  
Dari laboratorium ini tidak dihasilkan limbah yang bersifat padat.

**Tabel 4.24 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Thermodynamika**

No	Hari	Tanggal	Volume Limbah yang Dihasilkan (mL)			
			Toksik organik <sup>*)</sup>	Asam	Basa <sup>**)</sup>	Logam Berat
1	Senin	10 April 2017	100		50	
2	Selasa	11 April 2017	300		-	
3	Rabu	12 April 2017	50		50	
4	Kamis	13 April 2017	-		-	
5	Jumat	14 April 2017	-		-	
6	Senin	17 April 2017	-		-	
Total			450		100	

Keterangan :

\*) = toluene, butanol, oktanol, piperazine, oktana

\*\*) = senyawa diethanolamine (DEA)

Limbah B3 yang dihasilkan dari laboratorium ini bersifat basa dan beracun (organik). Bahan kimia yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini menggunakan butanol, toluene, oktana, heptane, oktanol, dea, dan paperazine.

**Tabel 4.25 Hasil Pengamatan Kuantitas Limbah B3 Padat di  
Laboratorium Termodinamika**

No	Hari	Tanggal	Limbah Padat yang Dihasilkan (kg)	Komposisi
1	Senin	10 April 2017	0,03	Kertas tisu dan aluminium foil
2	Selasa	11 April 2017	0,02	Kertas tisu dan aluminium foil
3	Rabu	12 April 2017	-	-
4	Kamis	13 April 2017	-	-
5	Jumat	14 April 2017	-	-
6	Senin	17 April 2017	-	-
Total			0,05 kg	

Di laboratorium Termodinamika dihasilkan limbah B3 bersifat padat sebanyak 0,05 kg yang terdiri dari kertas tisu bekas pakai dan aluminium foil yang terkontaminasi oleh bahan kimia bersifat B3

**Tabel 4.26 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di  
Laboratorium Elektrokimia dan Korosi**

No	Hari	Tanggal	Volume Limbah yang Dihasilkan (mL)			
			Toksik organik	Asam <sup>*)</sup>	Basa <sup>**)</sup>	Logam Berat
1	Selasa	18 April 2017	-	600	200	-
2	Rabu	11 April 2017	-	100	-	-
3	Kamis	12 April 2017	-	400	200	-
4	Jumat	13 April 2017	-	700	350	-
5	Senin	14 April 2017	-	-	-	-
6	Selasa	17 April 2017	-	-	-	-
Total			-	1800	750	-

Keterangan :

<sup>\*)</sup> = HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

\*\*) = KOH, NaOH

Limbah B3 cair yang dihasilkan di Laboratorium Elektrokimia dan Korosi memiliki jenis asam dan basa. Limbah B3 asam terdiri dari HCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang berasal dari kegiatan penelitian. Sedangkan limbah B3 basa terdiri dari KOH dan NaOH. Di laboratorium ini pada minggu pengamatan tidak menghasilkan limbah bersifat padat.

**Tabel 4.27 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Kimia Analisis**

No	Hari	Tanggal	Volume Limbah yang Dihasilkan (mL)			
			Toksik organik	Asam <sup>*)</sup>	Basa	Logam Berat <sup>**)</sup>
1	Selasa	18 April 2017	-	-	-	-
2	Rabu	19 April 2017	-	-	-	-
3	Kamis	20 April 2017	-	-	-	-
4	Jumat	21 April 2017	-	100	-	350
5	Senin	24 April 2017	-	-	-	-
6	Selasa	25 April 2017	-	-	-	-
Total			-	100	-	350

Keterangan :

\*) = HCl

\*\*) = Pb

Limbah B3 cair yang dihasilkan di Laboratorium Kimia Analisis ini berasal dari kegiatan praktikum mahasiswa. Limbah yang dihasilkan memiliki jenis mengandung logam berat dari praktikum mengenai gravimetri pengendapan Pb. Di laboratorium ini pada minggu pengamatan tidak menghasilkan limbah bersifat padat.

**Tabel 4.28 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di  
Laboratorium Proses Kimia**

No	Hari	Tanggal	Volume Limbah yang Dihasilkan (mL)			
			Toksik organik	Asam <sup>*)</sup>	Basa	Logam Berat
1	Selasa	18 April 2017	-	-	-	-
2	Rabu	19 April 2017	-	-	-	-
3	Kamis	20 April 2017	-	-	-	-
4	Jumat	21 April 2017	-	150	-	-
5	Senin	24 April 2017	-	-	-	-
6	Selasa	25 April 2017	-	-	-	-
Total			-	150	-	-

Keterangan :

\*) = H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Limbah yang dihasilkan pada Laboratorium Proses Kimia memiliki jenis asam yang dihasilkan dari kegiatan penelitian. Di laboratorium ini pada minggu pengamatan tidak menghasilkan limbah bersifat padat.

Pada saat minggu pengamatan tanggal 10 April-17 April 2017 Laboratorium Teknik Kimia, Laboratorium Reaksi Kimia dan Laboratorium Perpindahan Massa dan Panas tidak menghasilkan limbah laboratorium yang bersifat B3. Pada saat minggu pengamatan pada tanggal 18 April-25 April 2017 Laboratorium Biomassa dan Konversi Energi, Laboratorium Biokimia dan Laboratorium Mikrobiologi tidak menghasilkan limbah B3 laboratorium.

Bahan kimia kadaluarsa yang dihasilkan dari Departemen Teknik Kimia memiliki jenis padat dan cair. Daftar bahan kimia kadaluarsa di Departemen Kimia dapat dilihat pada Tabel 4.29 dan 4.30



**Tabel 4.29 Bahan Kimia Kadaluarsa Bersifat Padat di Departemen Teknik Kimia**

No	Nama Bahan Kimia	Jumlah	Massa (gr)	Masa Kadaluarsa
1.	Sodium arsenit	2	1000	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
2.	HgNO <sub>3</sub>	3	500	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
3.	Diphenylamin	20	1000	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
4.	Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	8	200	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
5.	Silika gel	9	1000	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
6.	Magnesium Karbonat	7	1000	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
7.	Natrium Sulfat	8	2500	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
8.	ZnSO <sub>4</sub>	2	1000	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
9.	Sodium Sulfat	1	1000	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
10.	Ammonium nitrat	4	500	Tidak diketahui <sup>*)</sup>
Total			6800 gr	

Keterangan :

\*) = Bahan kimia dinyatakan telah rusak oleh petugas laboratorium dan dipisahkan pada rak yang berbeda untuk diserahkan kepada pihak ketiga

**Tabel 4.30 Bahan Kimia Kadaluarsa Bersifat Cair di Departemen Teknik Kimia**

No	Nama Bahan Kimia	Jumlah	Volume (mL)	Masa Kadaluarsa
1.	Toluen	25	500	Desember 2007
Total			500 mL	

#### **4.1.4 Departemen Teknik Material dan Metalurgi**

Departemen Teknik Material dan Metalurgi memiliki tujuh laboratorium, yaitu :

1. Laboratorium Metalurgi
2. Laboratorium Manufaktur
3. Laboratorium Korosi dan Kegagalan Material

4. Laboratorium Teknologi Pengolahan Mineral dan Material
5. Laboratorium Inovasi Material
6. Laboratorium Kimia Material
7. Laboratorium Fisika Material

Dalam kegiatan penelitian ini peneliti hanya diizinkan untuk mengamati kegiatan praktikum dan penelitian di Laboratorium Kimia Material. Kegiatan pengamatan yang dilakukan di departemen ini dilakukan selama enam hari dimulai pada tanggal 20 Maret 2017-27 Maret 2017.

Kegiatan praktikum dan penelitian yang dilakukan pada Laboratorium Kimia Material pada semester ini dilaksanakan oleh angkatan 2016 dan 2013. Mahasiswa yang melaksanakan praktikum adalah sebanyak 135 mahasiswa. Kegiatan praktikum yang dilakukan di laboratorium ini adalah Kimia Analitik. Mahasiswa yang melaksanakan kegiatan TA sebanyak enam orang.

Dalam laboratorium ini dilakukan kegiatan praktikum dan penelitian untuk tugas akhir. Limbah B3 cair yang dihasilkan dari laboratorium ini bersifat asam, basa dan beracun. Bahan-bahan kimia yang sering digunakan adalah bahan kimia yang bersifat asam kuat dan basa kuat. Limbah B3 padat yang dihasilkan dari kegiatan laboratorium meliputi sarung tangan, masker dan tisu yang terkontaminasi reagen yang bersifat asam kuat, basa kuat, dan beracun. Kegiatan praktikum yang dilakukan pada minggu tersebut adalah mengenai titrasi asam-basa. Kegiatan penelitian tugas akhir yang sedang dilakukan di laboratorium tersebut adalah mengenai sekam padi yang akan diambil kandungan silikanya. Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam kegiatan praktikum dan penelitian tersebut adalah asam klorida, asam sulfat, natrium hidroksida, asam nitrat, asam fosfat, serta indikator metil merah.

**Tabel 4.31 Total Limbah B3 Cair di Departemen Teknik Material dan Metalurgi**

No	Jenis	Total (mL)	Rata-rata/hari (mL)
1.	asam	200	33
2.	basa	50	8,3
3.	beracun	4200	700

Limbah B3 padat yang dihasilkan selama enam hari sebanyak 0,31 kg dengan komposisi kertas tisu dan sarung tangan bekas pakai. Limbah B3 padat rata-rata dihasilkan sebanyak 0,05 kg/hari. Rincian jenis limbah B3 yang dihasilkan di Departemen Teknik Material dan Metalurgi terdapat pada Tabel 4.33 dan Tabel 4.34

Limbah B3 cair yang dihasilkan selama enam hari dikompositkan dan di cek pHnya. Hasil analisis pH tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.32.

**Tabel 4.32 Hasil Analisis pH Limbah B3 Cair di Departemen Teknik Material dan Metalurgi**

No	Jenis Limbah	pH
1.	Asam	1
2.	Basa	13,5
3.	Beracun organik	2,37

Hasil dari analisis pH di Departemen Teknik Material dan Metalurgi menunjukkan bahwa limbah B3 laboratorium cair yang dihasilkan memiliki jenis korosif.

**Tabel 4.33 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Kimia Material**

No	Hari	Tanggal	Volume Limbah yang Dihasilkan (mL)			
			Toksik organik <sup>*)</sup>	Asam <sup>**)</sup>	Basa <sup>***)</sup>	Logam Berat
1	Senin	20 Maret 2017	300	-	-	-
2	Selasa	21 Maret 2017	1300	-	-	-
3	Rabu	22 Maret 2017	2600	-	50	-
4	Kamis	23 Maret 2017	-	100	-	-
5	Jumat	24 Maret 2017	-	100	-	-
6	Senin	27 Maret 2017	-	-	-	-
Total			4200	200	50	-

Keterangan :

- \*) = Metil merah  
 \*\*) = HCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.  
 \*\*\*) = NaOH

Limbah B3 cair yang dihasilkan pada Laboratorium Kimia Material memiliki jenis asam, basa, dan logam berat. Limbah berjenis basa dan toksik organik dihasilkan dari kegiatan praktikum mengenai titrasi asam basa. Praktikum ini menggunakan NaOH dan indikator warna metil merah. Limbah bersifat asam dihasilkan dari kegiatan penelitian mengenai sekam padi untuk diambil silikanya. Penelitian ini menggunakan HCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

**Tabel 4.34 Hasil Pengamatan Kuantitas Limbah B3 Padat di Laboratorium Kimia Material**

No	Hari	Tanggal	Limbah Padat yang Dihasilkan (kg)	Komposisi
1	Senin	20 Maret 2017	0,10	Kertas tisu, sarung tangan bekas pakai
2	Selasa	21 Maret 2017	-	-
3	Rabu	22 Maret 2017	0,03	Kertas tisu, sarung tangan bekas pakai
4	Kamis	23 Maret 2017	0,08	Kertas tisu, sarung tangan bekas pakai
5	Jumat	24 Maret 2017	0,1	Kertas tisu, sarung tangan bekas pakai
6	Senin	27 Maret 2017	-	-
Total			0,31	

Limbah B3 padat yang dihasilkan dari Laboratorium Kimia Material ini sebanyak 0,31 kg yang terdiri dari kertas tisu bekas pakai dan sarung tangan bekas pakai yang terkontaminasi dengan bahan kimia bersifat B3.

Bahan kimia kadaluarsa yang dihasilkan dari Departemen Teknik Kimia memiliki jenis padat dan cair. Bahan kimia

kadaluarsa bersifat padat sebesar 100 gr. Bahan kimia kadaluarsa cair sebesar 5300 mL. Daftar bahan kimia kadaluarsa di Departemen Kimia dapat dilihat pada Tabel 4.35 dan 4.36

**Tabel 4.35 Bahan Kimia Kadaluarsa Bersifat Padat di Departemen Teknik Material dan Metalurgi**

No	Nama Bahan Kimia	Jumlah	Massa (gr)	Masa Kadaluarsa
1.	NaCl	1	50	2015
2.	NaOH	1	50	2015
Total			100	

**Tabel 4.36 Bahan Kimia Kadaluarsa Bersifat Cair di Departemen Teknik Material dan Metalurgi**

No	Nama Bahan Kimia	Jumlah	Volume (mL)	Masa Kadaluarsa
1.	Metil merah	1	100	2014
2.	Metil orange	2	100	2015
3.	Methanol	2	1000	2016
4.	Amonia cair	1	1000	2015
5.	HNO <sub>3</sub>	2	1000	2016
Total			5300	

#### **4.1.5 Departemen Teknik Lingkungan**

Departemen Teknik Lingkungan memiliki lima laboratorium. Laboratorium-laboratorium tersebut adalah :

1. Laboratorium Pengelolaan Limbah Padat dan B3
2. Laboratorium Pemulihan Air
3. Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan
4. Laboratorium Sanitasi dan Fitoteknologi
5. Laboratorium Pengendalian Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim

Kegiatan praktikum pada semester ini dilaksanakan oleh angkatan 2015 dan 2016. Kegiatan penelitian dilakukan oleh angkatan 2013. Mahasiswa angkatan 2015 dan 2016 yang melaksanakan kegiatan praktikum adalah sebanyak 114 dan 97

mahasiswa. Mahasiswa angkatan 2013 yang melaksanakan kegiatan Tugas Akhir penelitian sebanyak 26 mahasiswa. Kegiatan praktikum yang dilaksanakan dalam semester genap ini adalah Praktikum Kimia Lingkungan II. Praktikum Mikrobiologi dan Praktikum Remediasi Badan Air dan Pesisir (RBAP).

Limbah B3 yang dihasilkan dari kegiatan laboratorium di Departemen Teknik Lingkungan didominasi limbah cair dari kegiatan praktikum dan penelitian. Kegiatan yang dilakukan di Laboratorium Limbah Padat dan B3 meliputi praktikum mikrobiologi, kimia lingkungan, dan penelitian tugas akhir. Praktikum mikrobiologi dilaksanakan pada hari Selasa dan Rabu. Praktikum Kimia Lingkungan dilaksanakan pada hari Jumat. Kegiatan yang dilakukan di Laboratorium Pemulihan Air meliputi praktikum kimia lingkungan dan penelitian tugas akhir. Praktikum kimia lingkungan dilaksanakan pada hari Jumat. Kegiatan yang dilakukan di Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan adalah analisis kualitas air dan digunakan untuk pelayanan umum. Limbah B3 dari laboratorium ini tidak diidentifikasi dalam penelitian karena tidak ada kegiatan praktikum maupun penelitian mahasiswa. Kegiatan yang dilakukan di Laboratorium RBAP adalah praktikum RBAP dan penelitian tugas akhir. Kegiatan praktikum RBAP dilaksanakan pada hari Selasa, Kamis dan Jumat. Kegiatan yang dilakukan di Laboratorium Pengendalian Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim adalah penelitian tugas akhir mengenai dispersi pencemaran udara dan analisis kualitas udara.

Limbah B3 laboratorium yang dihasilkan di Departemen Teknik Lingkungan berasal dari Laboratorium Pengelolaan Limbah Limbah Padat dan B3, Laboratorium Pemulihan Air dan Laboratorium Sanitasi dan Fitoteknologi. Limbah B3 tersebut memiliki jenis asam, basa, beracun dan mengandung logam berat. Limbah B3 laboratorium cair yang dihasilkan mayoritas memiliki jenis mengandung logam berat karena adanya kegiatan praktikum dan penelitian mengenai analisis COD, yaitu Cr dan Hg serta Pb dalam kegiatan praktikum remediasi badan air dan pesisir. Selain itu juga ada limbah B3 cair yang bersifat asam, yaitu asam sulfat dan basa, yaitu kalium hidroksida dari kegiatan praktikum kimia lingkungan. Selain itu limbah B3 yang memiliki sifat beracun dihasilkan dari kegiatan penelitian yang menggunakan pewarna, seperti rhodamin b, metil biru, dan metil violet. Limbah B3 padat yang dihasilkan dari kegiatan

laboratorium meliputi sarung tangan, masker, tisu, kertas saring yang terkontaminasi reagen yang bersifat asam kuat, beracun. Limbah B3 padat yang dihasilkan di Laboratorium Limbah Padat dan B3 juga berupa kotoran (feses) untuk kegiatan praktikum biogas dan komposting. Hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 4.40-Tabel 4.45.

Total limbah B3 cair yang dihasilkan dari kegiatan praktikum dan penelitian yang ditampung selama enam hari dapat dilihat pada Tabel 4.37

**Tabel 4.37 Limbah B3 Cair yang Dihasilkan di Departemen Teknik Lingkungan**

No.	Jenis	Volume (mL)	Rata-rata/hari
1.	Asam	6457	1076
2.	Basa	61	10
3.	Beracun	1200	200
4.	Logam Berat	13100	2183

Limbah B3 cair tersebut kemudian dianalisis pH dan kadar logam beratnya. Logam berat yang dianalisis adalah kadar Hg, Cr dan Pb karena kegiatan praktikum dan penelitian yang dilakukan oleh mahasiswa Departemen Teknik Lingkungan didominasi oleh bahan-bahan kimia yang mengandung logam berat tersebut. Hasil dari analisis terdapat pada Tabel 4.38 dan Tabel 4.39

**Tabel 4.38 Hasil Analisis pH Limbah B3 Cair di Departemen Teknik Lingkungan**

No.	Jenis	pH
1.	Asam	1,45
2.	Basa	12,88
3.	Beracun	2,27
4.	Logam Berat	1,02

Hasil analisis pH di Departemen Teknik Lingkungan memiliki limbah B3 laboratorium cair yang berjenis korosif.

**Tabel 4.39 Hasil Analisis Logam Berat Limbah B3 Cair di Departemen Teknik Lingkungan**

No.	Jenis	Nilai	Satuan
1.	Cr	99,53	mg/L
2.	Hg	3158,67	mg/L
3.	Pb	0,1905	mg/L

Hasil analisis menunjukkan bahwa logam berat Hg memiliki kadar yang paling tinggi, yaitu 3158,67 mg/L. Limbah B3 cair laboratorium yang mengandung Hg dihasilkan dari hasil analisis COD. Hal ini menunjukkan bahwa banyak mahasiswa yang melakukan penelitian mengenai analisis COD.

Total limbah B3 padat yang dihasilkan di Departemen Teknik Lingkungan sebanyak 4,5 kg. Rata-rata per hari dihasilkan sebanyak 0,75 kg/hari. Limbah B3 padat yang dihasilkan di Departemen Teknik Lingkungan terdiri atas masker bekas pakai, kertas tisu bekas pakai, serta kertas saring yang terkontaminasi B3.

**Tabel 4.40 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Pemulihan Air**

No	Hari	Tanggal	Volume			
			Toksik organik <sup>*)</sup>	Asam <sup>**)</sup>	Basa	Logam Berat <sup>***)</sup>
1	Selasa	14 Maret 2017	300	-	-	300
2	Rabu	15 Maret 2017	-	500	-	900
3	Kamis	16 Maret 2017	-	150	-	1300
4	Jumat	17 Maret 2017	-	200	-	450
5	Senin	20 Maret 2017	900	5350	-	4700
6	Selasa	21 Maret 2017	-	250	-	1500
Total			1200	6540	-	9150

Keterangan :

\*) = Metil biru, metil violet, rhodamin b



- \*\* )                =  $\text{H}_2\text{SO}_4$   
 \*\*\* )             =  $\text{Hg}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

Limbah B3 cair yang dihasilkan pada Laboratorium Pemulihan Air memiliki jenis asam, toksik organik, dan logam berat. Jenis asam dihasilkan dari kegiatan praktikum kimia lingkungan mengenai esterifikasi dan analisis *Biological Oxygen Demand* (BOD) yang menggunakan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Limbah berjenis toksik organik dihasilkan dari penelitian mahasiswa menggunakan pewarna metil biru dan metil violet, rhodamin b. Limbah berjenis logam berat dihasilkan dari kegiatan analisis *Chemical Oxygen Demand* (COD). Analisis tersebut menggunakan bahan kimia  $\text{Hg}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

**Tabel 4.41 Hasil Pengamatan Kuantitas Limbah B3 Padat di Laboratorium Pemulihan Air**

No	Hari	Tanggal	Limbah Padat yang Dihasilkan (kg)	Komposisi
1	Selasa	14 Maret 2017	0,11	Masker bekas pakai, kertas tisu, sarung tangan
2	Rabu	15 Maret 2017	0,06	Masker bekas pakai, kertas tisu, sarung tangan, kertas saring terkontaminasi silika
3	Kamis	16 Maret 2017	0,14	Masker bekas pakai, kertas tisu, sarung tangan, kertas saring terkontaminasi silika
4	Jumat	17 Maret 2017	0,22	Masker bekas pakai, kertas tisu, sarung tangan, kertas saring terkontaminasi silika
5	Senin	20 Maret 2017	0,13	Masker bekas pakai, kertas tisu, sarung tangan,

No	Hari	Tanggal	Limbah Padat yang Dihasilkan (kg)	Komposisi
				kertas saring terkontaminasi silika
6	Selasa	21 Maret 2017	0,03	Masker bekas pakai, kertas tisu, sarung tangan, kertas saring terkontaminasi silika
Total			0,69	

**Tabel 4.42 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di Laboratorium Limbah Padat dan B3**

No	Hari	Tanggal	Volume Limbah yang Dihasilkan (mL)			
			Beracun organik	Asam <sup>*)</sup>	Basa <sup>**)</sup>	Logam Berat <sup>***)</sup>
1	Selasa	14 Maret 2017	-	-	-	1300
2	Rabu	15 Maret 2017	-	-	-	1260
3	Kamis	16 Maret 2017	-	-	-	890
4	Jumat	17 Maret 2017	-	7	61	-
5	Senin	20 Maret 2017	-	-	-	-
6	Selasa	21 Maret 2017	-	-	-	-
Total			-	7	61	3450

Keterangan :

\*) =  $\text{H}_2\text{SO}_4$

\*\*) = KOH

\*\*\*)) =  $\text{Hg}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

Limbah yang dihasilkan pada Laboratorium Limbah Padat dan B3 memiliki jenis asam, basa dan logam berat. Jenis asam

dihasilkan dari kegiatan praktikum kimia lingkungan mengenai esterifikasi yang menggunakan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Limbah berjenis basa dihasilkan dari praktikum kimia lingkungan tentang saponifikasi menggunakan KOH. Limbah berjenis logam berat dihasilkan dari kegiatan analisis *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada praktikum mikrobiologi mengenai proses komposting dan biogas. Analisis tersebut menggunakan bahan kimia  $\text{Hg}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

**Tabel 4.43 Hasil Pengamatan Kuantitas Limbah B3 Padat di Laboratorium Limbah Padat dan B3**

No	Hari	Tanggal	Limbah Padat yang Dihasilkan (kg)	Komposisi
1	Selasa	14 Maret 2017	-	-
2	Rabu	15 Maret 2017	3,3	Sarung tangan bekas pakai, kertas tisu bekas pakai, kotoran hewan
3	Kamis	16 Maret 2017	0,03	Sarung tangan bekas pakai, kertas tisu bekas pakai
4	Jumat	17 Maret 2017	0,03	Sarung tangan bekas pakai, kertas tisu bekas pakai
5	Senin	20 Maret 2017	-	-
6	Selasa	21 Maret 2017	0,05	Sarung tangan bekas pakai, kertas tisu bekas pakai
Total			3,41	

**Tabel 4.44 Hasil Pengamatan Volume Limbah B3 Cair di  
Laboratorium Sanitasi dan Fitoteknologi**

No	Hari	Tanggal	Volume Limbah yang Dihasilkan (mL)			
			Toksik organik	Asam	Basa	Logam Berat <sup>*)</sup>
1	Selasa	14 Maret 2017	-	-	-	-
2	Rabu	15 Maret 2017	-	-	-	-
3	Kamis	16 Maret 2017	-	-	-	-
4	Jumat	17 Maret 2017	-	-	-	-
5	Senin	20 Maret 2017	-	-	-	-
6	Selasa	21 Maret 2017	-	-	-	500
Total			-	-	-	500

Keterangan :

\*) =  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

Limbah yang dihasilkan pada Laboratorium Sanitasi dan Fitoteknologi memiliki jenis logam berat. Logam berat yang dihasilkan dari kegiatan praktikum kimia lingkungan mengenai *soil washing* dan *soil flushing* yang menggunakan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

**Tabel 4.45 Hasil Pengamatan Kuantitas Limbah B3 Padat di  
Laboratorium Sanitasi dan Fitoteknologi**

No	Hari	Tanggal	Limbah Padat yang Dihasilkan (kg)	Komposisi
1	Selasa	14 Maret 2017	0,06	Sarung tangan bekas pakai, kertas tisu
2	Rabu	15 Maret 2017	0,09	Sarung tangan bekas pakai, kertas tisu
3	Kamis	16 Maret 2017	0,15	Sarung tangan bekas pakai, kertas tisu
4	Jumat	17 Maret 2017	-	-
5	Senin	20 Maret	0,07	Sarung tangan

No	Hari	Tanggal	Limbah Padat yang Dihasilkan (kg)	Komposisi
		2017		bekas pakai, kertas tisu
6	Selasa	21 Maret 2017	0,03	Sarung tangan bekas pakai, kertas tisu
Total			0,4	

Dalam Laboratorium Pengendalian Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim tidak terdapat kegiatan praktikum maupun penelitian yang menghasilkan limbah B3. Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan tidak diamati dalam penelitian karena merupakan laboratorium analisis yang terbuka untuk umum dan tidak ada praktikum maupun penelitian yang dilakukan oleh mahasiswa.

Bahan kimia kadaluarsa yang dihasilkan dari Departemen Teknik Kimia memiliki jenis padat dan cair. Daftar bahan kimia kadaluarsa di Departemen Kimia dapat dilihat pada Tabel 4.46

**Tabel 4.46 Bahan Kimia Kadaluarsa di Departemen Teknik Lingkungan**

No	Nama Bahan Kimia	Jumlah	Massa (gr)	Masa Kadaluarsa
1.	Mercury(I) Chloride	1	250	Disimpan ± 2 tahun <sup>*)</sup>
2.	Mercury(II) Chloride	1	250	Disimpan ± 2 tahun <sup>*)</sup>
3.	Mercury(II) Iodide	3	250	Disimpan ± 5 tahun <sup>*)</sup>
4.	Mercury(II) Oxide	1	50	Disimpan ± 10 tahun
5.	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	1	1000	Disimpan ± 10 tahun <sup>*)</sup>
		1	500	Disimpan ± 2 tahun <sup>*)</sup>
		1	250	Disimpan ± 2 tahun <sup>*)</sup>
8.	CuCl	1	250	Disimpan > 10 tahun <sup>*)</sup>
9.	KCl	5	1000	Disimpan >5 tahun <sup>*)</sup>
10.	Silver nitrat	1	100	Oktober 2016

No	Nama Bahan Kimia	Jumlah	Massa (gr)	Masa Kadaluausa
		1	250	April 2016
		1	200	April 2016
11.	Phenoltalein	1	100	Disimpan $\pm$ 10 tahun <sup>*)</sup>
12.	Metil orange	1	100	Disimpan $\pm$ 10 tahun <sup>*)</sup>
13.	Kristal violet	1	100	Disimpan $\pm$ 10 tahun <sup>*)</sup>
14.	Silver Chloride	1	100	Disimpan $\pm$ 10 tahun <sup>*)</sup>
15.	KOH	9	1000	Disimpan >10 tahun <sup>*)</sup>
16.	Mercury(II) Sulfate	1	250	Disimpan $\pm$ 5 tahun <sup>*)</sup>
	Total		17100	

Keterangan :

\*) = tidak diketahui tanggal *retest*

Bahan kimia yang bersifat padat dianggap tidak kadaluarsa bila tidak terjadi perubahan wujud maupun warna. Bahan kimia tersebut sebaiknya dilakukan uji untuk menentukan kelayakan bahan dan diberi tanggal *retest* untuk tes selanjutnya. Retest adalah tes ulang bahan kimia yang bersifat padat atau cair untuk mengetahui kelayakan bahan kimia. Retest sebaiknya dilakukan tiap 2-5 tahun sekali.

Limbah B3 yang berasal dari bahan kimia kadaluarsa yang masih disimpan pada masing-masing departemen sebaiknya dibuang melalui pihak ketiga. Bahan-bahan kimia yang telah kadaluarsa sebelum dibuang sebaiknya dipisahkan pada tempat yang berbeda dan dicatat untuk dijadikan acuan pembelian bahan kimia yang baru agar sesuai dengan apa yang dibutuhkan. Kuantitas bahan kimia kadaluarsa (padat) yang tercatat dalam waktu penelaitan ini sebanyak 29,5 kg dan bahan kimia kadaluarsa (cair) sebanyak 13,42 L.

Untuk hasil penelitian yang dilakukan pada tiap departemen didapatkan jenis dan laju timbulan limbah B3 laboratorium di Kampus ITS sebagai berikut

1. Toksik organik = 1,2 L/hari = 36 L/bulan
2. Asam = 1,6 L/hari = 48 L/bulan
3. Basa = 4,9 L/hari = 147 L/bulan
4. Logam berat = 3,3 L/hari = 99 L/bulan
5. Padat = 1,6 kg/hari = 48 kg/bulan

Berdasarkan dari hasil penelitian tersebut Kampus ITS merupakan penghasil limbah B3 skala kecil. Penghasil limbah B3 skala kecil merupakan penghasil limbah B3 yang memproduksi limbah B3 lebih kecil dari 1 ton/bulan. Limbah B3 tersebut bila tidak dikelola dengan benar dapat menyebabkan bahaya yang besar, seperti pencemaran lingkungan (Trihadiningrum, 2016).

#### **4.2 Pengelolaan Limbah B3 Laboratorium di Kampus ITS**

Pengelolaan limbah di Kampus ITS yang diamati meliputi pengurangan, pewadahan, penyimpanan, pengolahan dan pengumpulan. Dalam kegiatan pengamatan pengelolaan limbah B3 laboratorium di Kampus ITS masih belum berjalan dengan baik. Limbah laboratorium dari kegiatan praktikum dan penelitian masih banyak yang belum dipisahkan sesuai dengan jenisnya. Kegiatan pelabelan serta pemberian simbol pada wadah penampung limbah B3 laboratorium juga masih belum dilakukan oleh departemen yang menjadi lokasi studi.



##### **4.2.1 Kegiatan Pengurangan Limbah B3 Laboratorium**

Kegiatan pengurangan limbah B3 laboratorium diamati dari kegiatan penyiapan reagen dan pengadaan bahan-bahan kimia untuk kebutuhan praktikum dan penelitian. Dari hasil wawancara dengan para laboran pada tiap departemen kegiatan penyiapan reagen telah disesuaikan dengan jumlah mahasiswa yang akan melakukan praktikum. Sehingga tidak ada bahan kimia yang berlebih. Sedangkan untuk penelitian, mahasiswa yang bersangkutan harus mengajukan izin kepada laboran. Dalam proses pengadaan bahan kimia, laboran membuat surat pengajuan untuk pembelian bahan kimia yang sudah habis. Dari kegiatan wawancara dengan para laboran tiap departemen, cara untuk mengurangi limbah B3 laboratorium adalah dengan menggunakan kembali bahan-bahan kimia yang telah kadaluarsa untuk kegiatan praktikum mahasiswa. Bahan kimia tersebut dapat digunakan kembali apabila kondisi bahan masih bagus, tidak berubah warna atau berubah wujud.

##### **4.2.2 Kegiatan Pewadahan Limbah B3 Laboratorium**

Hasil penelitian kegiatan pewadahan dapat dilihat pada Tabel 4.47.



**Tabel 4.47 Sistem Pewadahan Limbah B3 Laboratorium**

No	Departemen/ Laboratorium	Visualisasi	Keterangan
1	Kimia/ Fundamental		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pewadahan limbah menggunakan jerigen berukuran variasi, antara 10L-20 L</li> <li>• Belum ada pemisahan limbah B3 laboratorium</li> <li>• Jerigen belum diberi simbol dan label sesuai dengan karakteristik yang ditampung</li> <li>• Jerigen dalam keadaan terbuka</li> </ul>
2	Biologi/Botani		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pewadahan limbah menggunakan jerigen berukuran 20 L</li> <li>• Belum ada pemisahan limbah B3 laboratorium</li> <li>• Jerigen belum diberi simbol dan label sesuai dengan karakteristik limbah B3</li> <li>• Jerigen dalam keadaan terbuka</li> </ul>



No	Departemen/ Laboratorium	Visualisasi	Keterangan
3.	Teknik Kimia/ Laboratorium Teknologi Material	 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pewadahan limbah menggunakan jerigen berukuran 30 L</li> <li>• Jerigen belum diberi simbol dan label sesuai dengan karakteristik limbah yang ditampung</li> <li>• Limbah bersifat basa ditampung dalam bak ukuran 15 L dan jerigen 30 L</li> </ul>
4.	Teknik Kimia/ Laboratorium Thermodinamika		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pewadahan limbah menggunakan jerigen berukuran 20 L</li> <li>• Belum ada pemisahan limbah B3</li> </ul>

No	Departemen/ Laboratorium	Visualisasi	Keterangan
			laboratorium <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jerigen belum diberi label dan simbol sesuai dengan karakteristik limbah yang ditampung</li> <li>• Jerigen dalam keadaan tertutup</li> </ul>
5.	Teknik Material dan Metalurgi/ Laboratorium Kimia Material		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pewadahan limbah menggunakan jerigen berukuran 20 L</li> <li>• Jerigen telah diberi simbol sesuai dengan karakteristik limbah yang ditampung</li> <li>• Jerigen belum diberi label sesuai dengan karakteristik limbah yang ditampung</li> <li>• Jerigen dalam keadaan tertutup</li> </ul>
6.	Teknik Lingkungan/ Laboratorium Pemulihan Air		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limbah B3 laboratorium ditampung dalam jerigen 20 L</li> <li>• Jerigen telah diberi simbol</li> </ul>

No	Departemen/ Laboratorium	Visualisasi	Keterangan
			<p>sesuai dengan karakteristik limbah yang ditampung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jerigen belum diberi label sesuai dengan limbah yang ditampung</li> <li>• Kegiatan pewadahan tersebut dilaksanakan pada tahun 2014 tetapi belum ada tindakan lanjutan dari kegiatan tersebut</li> <li>• Limbah belum diolah maupun diserahkan kepada pihak ketiga</li> </ul>
7.	Teknik Lingkungan/ Laboratorium Pengolahan Limbah Padat dan B3		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limbah B3 laboratorium ditampung dalam jerigen 20 L</li> <li>• Jerigen telah diberi simbol sesuai dengan karakteristik limbah yang ditampung</li> <li>• Jerigen belum diberi label sesuai dengan limbah yang ditampung</li> <li>• Kegiatan pewadahan tersebut dilaksanakan</li> </ul>

No	Departemen/ Laboratorium	Visualisasi	Keterangan
			<p>pada tahun 2014 tetapi belum ada tindakan lanjutan dari kegiatan tersebut</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limbah belum diolah maupun diserahkan kepada pihak ketiga</li> </ul>

Menurut US-EPA (1997), sebelum dilakukan pengemasan harus dipastikan mengenai secara pasti informasi tentang jenis dan karakteristik limbah B3 yang akan dikemas dan disimpan. Selain itu juga jenis limbah B3 yang berbeda dapat disimpan dalam satu kontainer dengan syarat tidak menimbulkan reaksi yang dapat menimbulkan gas, uap beracun, panas, atau ledakan. Kontainer yang akan digunakan dalam pengemasan pun harus kompatibel atau tidak bereaksi dengan limbah B3. Setiap kemasan limbah B3 tersebut harus diberi simbol dan label sesuai dengan karakteristik limbah B3 yang ditampungnya.

Berdasarkan PP 101 Tahun 2014, pengemasan harus dilakukan menggunakan kemasan yang terbuat dari bahan yang sesuai dengan limbah B3 yang akan disimpan. Kemasan harus dapat mengungkung limbah B3 untuk tetap berada dalam kemasan dan memiliki penutup yang kuat. Penutup tersebut menjaga agar tidak terjadi tumpahan saat dilakukan penyimpanan, pemindahan, dan atau pengangkutan. Kemasan juga harus dalam kondisi yang baik, tidak berkarat, tidak rusak, dan tidak bocor. Simbol limbah B3 adalah gambar yang menunjukkan karakteristik limbah B3. Label limbah B3 adalah keterangan mengenai limbah B3 yang berbentuk tulisan yang berisi informasi tentang limbah B3, penghasil dan alamatnya, waktu dilakukannya pengemasan, jumlah, serta karakteristik limbah B3.

Menurut Permen LH Nomor 14 Tahun 2013, pelabelan berfungsi untuk memberikan informasi tentang asal usul limbah B3, identitas limbah B3, serta kuantitas limbah B3. Label limbah B3 dilekatkan di sebelah atas simbol limbah B3 wadah dan harus

terlihat jelas. Limbah B3 yang disimpan pada wadah wajib dilekati dengan label limbah B3 sesuai dengan karakteristik limbah yang ditampung. Wadah yang telah dibersihkan dari limbah B3 atau akan digunakan kembali untuk mengemas limbah B3 harus diberi label limbah B3 wadah limbah B3 kosong. Label limbah B3 dilekati dekat tutup wadah dengan arah panah menunjukkan posisi penutup wadah.

Simbol limbah B3 yang dilekatkan pada wadah harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. Jenis simbol limbah B3 yang ditempel harus sesuai dengan karakteristik limbah yang ditampung
2. Simbol dilekatkan pada sisi wadah yang tidak terhalang oleh wadah lain dan mudah dilihat
3. Simbol limbah B3 tidak boleh terlepas atau dilepas dan diganti dengan simbol limbah B3 lain sebelum wadah atau kemasan dikosongkan

Dari hasil pengamatan di lokasi studi, hanya departemen Teknik Lingkungan yang pernah melakukan kegiatan pemberian simbol wadah sesuai dengan karakteristik limbah yang ditampungnya. Kegiatan tersebut dilakukan pada tahun 2014. Tetapi setelah wadah penuh, tidak ada kelanjutan dari kegiatan tersebut. Sedangkan Departemen Teknik Material dan Metalurgi, Teknik Kimia, Biologi, dan Kimia belum melakukan kegiatan pemberian simbol di wadah penampung limbah B3. Departemen yang menjadi lokasi studi semuanya belum melakukan pelabelan wadah penampung limbah B3 laboratorium sesuai dengan limbah yang ditampungnya. Selain itu, dari Departemen Kimia jerigen penampung limbah B3 laboratorium tidak dilengkapi dengan penutup dan dibiarkan terbuka. Hal tersebut seharusnya tidak dilakukan karena limbah B3 laboratorium dapat tumpah dan mencemari lokasi penyimpanan. Dari kondisi di tiap departemen tersebut dapat dilihat bahwa kegiatan pewadahan limbah B3 laboratorium di Kampus ITS belum terlaksana dengan baik.

#### **4.2.3 Kegiatan Penyimpanan Limbah B3 Laboratorium**

Berikut merupakan hasil pengamatan dari kegiatan penyimpanan limbah B3 laboratorium dari lima departemen yang menjadi lokasi studi :

##### **a. Departemen Kimia**

Di Departemen Kimia limbah B3 cair laboratorium yang dihasilkan disimpan dalam jerigen-jerigen berukuran bervariasi

antara 5 L-20 L. Limbah B3 yang ditampung bersifat cair. Jerigen-jerigen ini disimpan di dalam masing-masing laboratorium. Limbah B3 ini disimpan selama satu semester. Jerigen-jerigen ini disimpan di dekat wastafel. Jerigen yang digunakan tidak dilengkapi dengan penutup. Jerigen seharusnya dilengkapi dengan penutup karena limbah B3 laboratorium berpotensi untuk tersenggol mahasiswa dan menjadi tumpah. Setelah kegiatan praktikum dan penelitian selesai limbah B3 ini diolah di Pengolahan Air Limbah Departemen Kimia. Kegiatan penyimpanan ini telah sesuai dengan PP 101 Tahun 2014 tentang pengelolaan limbah B3 laboratorium bahwa penyimpanan paling lama dilakukan selama 180 hari untuk limbah B3 kategori 1.

Limbah B3 yang bersifat padat tidak disimpan. Limbah B3 padat yang dihasilkan adalah sarung tangan bekas pakai, masker bekas pakai, serta kertas tisu yang terkontaminasi bahan kimia yang bersifat B3. Limbah B3 padat tersebut dibuang pada tempat sampah berukuran 30 L bercampur dengan sampah domestik.

Tempat penyimpanan bahan kimia di Departemen ini belum diberi dengan simbol potensi bahaya. Hal tersebut seharusnya dihindari karena bahan-bahan kimia sebaiknya disimpan dan diletakkan sesuai dengan karakteristik dan potensi bahayanya. Bahan kimia yang bersifat korosif seharusnya disimpan dalam wadah tertutup dan berlabel serta terpisah dari zat beracun dan disediakan alat pelindung diri seperti sarung tangan, masker, kacamata. Bahan-bahan kimia diletakkan berdasarkan jenisnya, yaitu bahan kimia padat dan bahan kimia cair. Selanjutnya, bahan kimia yang telah diletakkan sesuai jenisnya diurutkan sesuai dengan abjad. Bahan kimia diletakkan rak-rak bersekat sehingga menghindari kontaminasi dengan bahan-bahan lain. Tempat penyimpanan bahan-bahan kimia di Departemen Kimia dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan 4.2



**Gambar 4.1 Tempat Penyimpanan Bahan Kimia Padat Departemen Kimia**



**Gambar 4.2 Tempat Penyimpanan Bahan Kimia Cair Departemen Kimia**

#### b. Departemen Biologi

Di Departemen Biologi limbah B3 cair laboratorium yang dihasilkan disimpan dalam jerigen-jerigen berukuran 20 L. Jerigen-jerigen ini disimpan di dalam masing-masing laboratorium. Limbah B3 cair ini disimpan selama satu semester. Jerigen-jerigen ini disimpan di dekat wastafel. Kegiatan ini seharusnya tidak dilakukan karena limbah B3 laboratorium sebaiknya disimpan dalam bangunan yang berbeda dan dilengkapi dengan alat penanggulangan keadaan darurat menurut PP 101 Tahun 2014. Setelah kegiatan praktikum dan penelitian selesai limbah B3 ini diberikan kepada Departemen Kimia untuk diolah. Dari hasil wawancara dengan salah satu kepala laboratorium, dalam sekali pengumpulan, limbah B3 yang dibawa ke Departemen Kimia hanya sebanyak dua hingga tiga jerigen berukuran 20 L. Sedangkan limbah B3 yang dihasilkan lebih dari tiga jerigen, sehingga masih ada limbah B3 laboratorium yang disimpan dalam laboratorium lebih dari satu semester.. Kegiatan penyimpanan ini belum sesuai dengan PP 101 Tahun 2014 tentang pengelolaan limbah B3 laboratorium. Dalam PP tersebut dinyatakan bahwa penyimpanan paling lama dilakukan selama 180 hari untuk limbah B3 kategori 1. Dalam kegiatan penyimpanan limbah B3 laboratorium ini wadah yang digunakan telah dilengkapi dengan tutup sehingga mengurangi kemungkinan limbah B3 laboratorium tumpah dan tercecer di lantai tempat penyimpanan limbah.

Limbah B3 yang bersifat padat tidak disimpan. Limbah B3 padat yang dihasilkan adalah sarung tangan bekas pakai, masker bekas pakai, serta kertas tisu yang terkontaminasi bahan kimia yang bersifat B3. Limbah B3 padat tersebut dibuang pada tempat sampah berukuran 30 L bercampur dengan sampah domestik.

Tempat penyimpanan bahan kimia di Departemen ini belum diberi dengan simbol potensi bahaya. Tempat penyimpanan bahan kimia di Departemen Biologi dapat dilihat pada Gambar 4.3. Bahan-bahan kimia hanya diletakkan sesuai dengan jenisnya. Hal tersebut seharusnya dihindari karena bahan-bahan kimia sebaiknya disimpan dan diletakkan sesuai dengan karakteristik dan potensi bahayanya. Bahan kimia yang bersifat korosif seharusnya disimpan dalam wadah tertutup dan berlabel serta terpisah dari zat beracun dan disediakan alat pelindung diri seperti sarung tangan, masker, kaca mata.





**Gambar 4.3 Tempat Penyimpanan Bahan Kimia Departemen Biologi**

c. Departemen Teknik Kimia

Di Departemen Teknik Kimia, limbah B3 laboratorium yang dihasilkan disimpan dalam jerigen-jerigen berukuran bervariasi antara 20 L-30 L. Limbah B3 yang ditampung bersifat cair. Dalam kegiatan penyimpanan limbah B3 laboratorium ini wadah yang digunakan telah dilengkapi dengan tutup sehingga mengurangi kemungkinan limbah B3 laboratorium tumpah dan tercecer di lantai laboratorium. Hal ini seharusnya dihindari. Limbah B3 laboratorium sebaiknya disimpan dalam tempat berbeda untuk menghindari kecelakaan akibat reaksi yang ditimbulkan oleh bahan-bahan kimia. Limbah B3 ini disimpan selama satu semester. Setelah kegiatan praktikum dan penelitian selesai limbah B3 ini dikumpulkan di Laboratorium Teknik Kimia. Limbah B3 ini kemudian dikumpulkan oleh PT Triata Mulia

Indonesia. Kegiatan penyimpanan ini telah sesuai dengan PP 101 Tahun 2014 tentang pengelolaan limbah B3 laboratorium. Dalam PP tersebut dinyatakan bahwa penyimpanan paling lama dilakukan selama 180 hari untuk limbah B3 kategori 1. Dalam kegiatan penyimpanan limbah B3 laboratorium ini wadah yang digunakan telah dilengkapi dengan tutup sehingga mengurangi kemungkinan limbah B3 laboratorium tumpah dan tercecer di lantai laboratorium.

Limbah B3 yang bersifat padat tidak disimpan. Limbah B3 padat yang dihasilkan adalah sarung tangan bekas pakai, masker bekas pakai, serta kertas tisu yang terkontaminasi bahan kimia yang bersifat B3. Limbah B3 padat tersebut dibuang pada tempat sampah bercampur dengan sampah domestik. Tempat sampah yang digunakan diletakkan di depan masing-masing laboratorium. Botol bekas bahan kimia dibuang melalui PT Triata Mulia Indonesia.

Tempat penyimpanan bahan kimia di Departemen Teknik Kimia telah diberi dengan simbol potensi bahaya. Gambar tempat penyimpanan bahan kimia dapat dilihat pada Gambar 4.4. Potensi bahaya dari bahan-bahan kimia di tempat penyimpanan bahan kimia di departemen ini yaitu *explosive*, *highly flammable*, korosif dan beracun. Bahan-bahan ini diletakkan pada rak-rak yang telah diberi sekat sesuai dengan jenis bahan kimianya.



**Gambar 4.4 Tempat Penyimpanan Bahan Kimia Departemen Teknik Kimia**

d. Departemen Teknik Material dan Metalurgi

Di Departemen Teknik Material dan Metalurgi limbah B3 cair laboratorium yang dihasilkan disimpan dalam jerigen-jerigen berukuran 20 L. Jerigen-jerigen ini disimpan di dalam ruangan yang berbeda di Laboratorium Kimia Material. Ruangan tersebut juga digunakan untuk menyimpan bahan-bahan kimia untuk kegiatan praktikum dan penelitian. Limbah B3 ini disimpan selama satu semester. Setelah kegiatan praktikum dan penelitian selesai limbah B3 ini diberikan kepada Departemen Kimia untuk diolah. Kegiatan penyimpanan ini telah sesuai dengan PP 101 Tahun 2014 tentang pengelolaan limbah B3 laboratorium. Dalam PP tersebut dinyatakan bahwa penyimpanan paling lama dilakukan selama 180 hari untuk limbah B3 kategori 1. Dalam kegiatan penyimpanan limbah B3 laboratorium ini wadah yang digunakan telah dilengkapi dengan tutup sehingga mengurangi kemungkinan limbah B3 laboratorium tumpah dan tercecer di lantai tempat penyimpanan limbah.

Limbah B3 yang bersifat padat tidak disimpan. Limbah B3 padat yang dihasilkan adalah sarung tangan bekas pakai, masker bekas pakai, serta kertas tisu yang terkontaminasi bahan kimia yang bersifat B3. Limbah B3 padat tersebut dibuang pada tempat sampah bercampur dengan sampah domestik. Botol bekas bahan kimia dibuang melalui pemulung setelah dicuci hingga konsentrasinya bahan kimianya berkurang.

Tempat penyimpanan bahan kimia di Departemen ini belum diberi dengan simbol potensi bahaya. Bahan kimia yang bersifat padat diletakkan dalam lemari tertutup dapat dilihat pada Gambar 4.5 Sedangkan bahan kimia yang bersifat cair diletakkan di atas meja laboratorium karena lemari asam sedang rusak. Gambar 4.6 merupakan gambar tempat penyimpanan bahan kimia bersifat cair. Menurut Harjanto dkk (2011), hal tersebut seharusnya dihindari karena bahan-bahan kimia sebaiknya disimpan dan diletakkan sesuai dengan karakteristik dan potensi bahayanya. Bahan kimia yang bersifat korosif seharusnya disimpan dalam wadah tertutup dan berlabel serta terpisah dari zat beracun dan disediakan alat pelindung diri seperti sarung tangan, masker, kaca mata.



**Gambar 4.5 Tempat Penyimpanan Bahan Kimia Padat Departemen Teknik Material dan Metalurgi**



**Gambar 4.6 Tempat Penyimpanan Bahan Kimia Cair Departemen Teknik Material dan Metalurgi**

e. Departemen Teknik Lingkungan

Kegiatan penyimpanan limbah B3 laboratorium telah dilakukan di Departemen ini sejak tahun 2014. Tetapi setelah jerigen yang digunakan untuk menampung limbah B3 laboratorium penuh, limbah B3 masih disimpan pada masing-masing laboratorium. Limbah yang disimpan merupakan limbah B3 cair. Limbah B3 ini disimpan dalam jerigen berukuran 20 L. Jerigen ini telah diberi simbol yang sesuai dengan jenis limbah yang ditampungnya tetapi belum diberi label sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 14 Tahun 2013 tentang Simbol dan Label B3. Label limbah B3 wajib mencantumkan identitas seperti penghasil, alamat, telepon, fax, tanggal pengemasan, jenis limbah, kode limbah, jumlah limbah, sifat limbah, nomor urut pengemasan.

Limbah di Departemen Teknik Lingkungan memiliki lebih dari satu karakteristik. Sehingga dalam satu jerigen terdapat dua hingga tiga simbol yang berbeda. Limbah B3 laboratorium yang dihasilkan memiliki karakteristik korosif, beracun, reaktif. Karakteristik tersebut merupakan karakteristik yang dominan. Menurut Permen LH Nomor 14 Tahun 2013 tentang Simbol dan Label B3, karakteristik dominan adalah karakteristik yang terlebih dahulu ditangani dalam keadaan darurat. Terdapat tiga buah

jerigen berukuran 20 L yang berisi limbah B3 laboratorium di Laboratorium Limbah Padat dan B3. Di Laboratorium Pemulihan Air terdapat dua buah jerigen berukuran 20 L. Ada tiga buah jerigen berukuran 20 L yang disimpan di kontainer. Menurut PP 101 Tahun 2014, limbah laboratorium yang mengandung B3 termasuk dalam kategori 1 limbah B3 dari sumber tidak spesifik. Limbah kategori ini dapat disimpan paling lama 180 hari sejak limbah dihasilkan. Kegiatan penyimpanan limbah B3 laboratorium yang dilakukan di Departemen Teknik Lingkungan masih belum berjalan dengan baik karena limbah B3 laboratorium disimpan lebih dari 180 hari. Jerigen limbah B3 laboratorium yang disimpan pada tiap laboratorium seharusnya disimpan pada bangunan khusus untuk limbah B3.

Limbah B3 laboratorium yang bersifat padat seperti kertas tisu, masker bekas pakai, sarung tangan bekas pakai dibuang pada tempat sampah berukuran 30 L. Setelah penuh, limbah tersebut dibuang bercampur dengan sampah domestik. Limbah B3 padat yang berupa botol bekas bahan kimia dicuci hingga konsentrasi bahan kimia berkurang kemudian dibuang melalui pemulung.

Pada Departemen Teknik Lingkungan bahan kimia disimpan dalam tempat penyimpanan di Laboratorium Pemulihan Air. Tempat penyimpanan bahan kimia dapat dilihat pada Gambar 4.7. Di tempat penyimpanan ini bahan kimia diletakkan sesuai dengan jenisnya di dalam lemari. Gambar 4.8 merupakan gambar simbol potensi bahaya yang di tempat penyimpanan bahan kimia Departemen Teknik Lingkungan. Jenis dan simbolnya adalah sebagai berikut :

1. Garam, meliputi garam ammonium, garam phospat, garam sulfat, dan garam klorida.
2. Indikator
3. Berbahaya bagi lingkungan
4. Korosif
5. *Flammable*
6. *Toxic*



**Gambar 4.7 Tempat Penyimpanan Bahan Kimia Departemen Teknik Lingkungan**



**Gambar 4.8 Simbol Potensi Bahaya di Tempat Penyimpanan Bahan Kimia Departemen Teknik Lingkungan**

Dari hasil pengamatan, bahan kimia yang disimpan pada tempat penyimpanan masih banyak yang belum disimpan dengan baik. Bahan kimia di Departemen Kimia dan Biologi hanya disimpan menurut abjad. Bahan kimia cair di Departemen Kimia

dan Departemen Material dan Metalurgi diletakkan pada meja yang tidak bersekat dan ada juga yang diletakkan di bawah meja. Di Departemen Teknik Lingkungan dan Departemen Teknik Kimia bahan kimia telah disimpan pada rak yang bersekat dan telah diberi simbol potensi bahaya tetapi di Departemen Teknik Lingkungan masih ada bahan kimia yang disimpan di rak-rak meja tempat penelitian dilakukan meskipun bahan tersebut sudah tidak digunakan lagi. Tempat penyimpanan bahan kimia yang digunakan seharusnya memiliki rak khusus penyimpanan. Rak tersebut harus memiliki pembatas untuk mencegah bahan kimia jatuh dan wadah sebagai alas kemasan bahan kimia agar bila terjadi tumpahan tidak menyebar ke sekitarnya. Bahan-bahan kimia yang disimpan di tempat penyimpanan dapat menjadi limbah B3 bila terjadi tumpahan maupun ceceran. Bahan-bahan kimia juga sebaiknya tidak disimpan di bangku tempat melakukan penelitian kecuali bahan yang sedang digunakan. Peletakkan bahan kimia juga harus diletakkan sesuai dengan potensi bahayanya agar bila terjadi kecelakaan dapat segera ditangani sesuai dengan potensi bahaya.

Hasil pengamatan pada masing-masing departemen, kegiatan penyimpanan limbah B3 laboratorium yang dilakukan oleh Departemen Teknik Kimia, Departemen Teknik Material dan Metalurgi, dan Departemen Kimia telah sesuai dengan PP 101 Tahun 2014 yaitu selama 180 hari. Penyimpanan selama 180 hari ini berdasarkan dari data limbah B3 yang dihasilkan kurang dari 50 kg per hari untuk limbah B3 kategori 1. Pada Departemen Biologi dan Departemen Teknik Lingkungan limbah B3 laboratorium disimpan lebih dari 180 hari. Limbah B3 laboratorium yang dihasilkan pada masing-masing departemen telah disimpan sesuai dengan PP Nomor 101 Tahun 2014 yaitu disimpan pada kemasan berupa jerigen. Fasilitas penyimpanan limbah B3 menurut PP Nomor 101 Tahun 2014 dapat berupa :

- a. Bangunan penyimpanan
- b. Tangki dan/atau kontainer
- c. Silo
- d. Tempat tumpukan limbah
- e. Waste impoundment
- f. Bentuk lainnya sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi

Lokasi penyimpanan limbah B3 laboratorium belum sesuai dengan PP 101 Tahun 2014 karena limbah B3



laboratorium masih disimpan pada masing-masing laboratorium dan diletakkan di dekat wastafel serta dibawah meja kerja. Limbah B3 seharusnya disimpan pada bangunan yang berbeda agar mencegah terjadinya kecelakaan yang menyebabkan tercecer atau tumpahnya limbah B3 laboratorium sehingga membahayakan lingkungan sekitarnya. Menurut PP 101 Tahun 2014, lokasi penyimpanan limbah B3 berupa bangunan harus memiliki persyaratan paling sedikit terdapat penerangan dan ventilasi serta mampu melindungi limbah B3 dari hujan dan sinar matahari. Selain itu juga memiliki saluran drainase dan bak penampung serta terdapat alat pemadam api serta alat penanggulangan keadaan darurat lain yang sesuai. Sedangkan persyaratan bangunan penyimpanan harus memiliki :

- a. Rancang bangun dan luas ruang penyimpanan yang sesuai dengan jenis, karakteristik dan jumlah limbah B3 yang dihasilkan atau disimpan
- b. Terlindung dari air hujan baik secara langsung maupun tidak langsung.
- c. Dibuat tanpa plafon dan memiliki sistem ventilasi udara untuk mencegah terjadinya akumulasi gas di dalam ruang penyimpanan serta memasang kasa atau bahan lain untuk mencegah masuknya hewan ke dalam ruang penyimpanan.
- d. Memiliki sistem penerangan yang memadai. Lampu penerangan dipasang minimum 1 m diatas kemasan dengan saklar dipasang di luar bangunan
- e. Dilengkapi dengan sistem penangkal petir
- f. Bagian luar tempat penyimpanan dilengkapi dengan simbol sesuai dengan peraturan yang berlaku
- g. Lantai bangunan penyimpanan harus kedap air, tidak bergelombang, kuat dan tidak retak

Tempat penyimpanan yang digunakan untuk menyimpan lebih dari 1 jenis limbah B3 dengan karakteristik yang berbeda maka ruang penyimpanan:

- a. Harus terdiri dari harus terdiri dari beberapa ruangan untuk menyimpan satu jenis limbah B3 atau limbah-limbah yang saling cocok
- b. Antara bagian penyimpanan satu dengan yang lainnya harus dibuat tembok pemisah untuk menghindari tercampurnya bahan atau masuknya tumpahan limbah B3 ke bagian penyimpanan lainnya

Untuk persyaratan tempat penyimpanan berupa tangki dan/atau kontainer yaitu :

- a. kemasan yang terbuat dari bahan yang sesuai dengan limbah B3 yang akan disimpan.
- b. Kemasan harus dapat mengungkung limbah B3 untuk tetap berada dalam kemasan
- c. Memiliki penutup yang kuat. Penutup tersebut menjaga agar tidak terjadi tumpahan saat dilakukan penyimpanan, pemindahan, dan atau pengangkutan.
- d. Kemasan juga harus dalam kondisi yang baik, tidak berkarat, tidak rusak, dan tidak bocor.

#### **4.2.4 Kegiatan Pengolahan Limbah B3 Laboratorium**

Pengolahan limbah B3 adalah kegiatan untuk mengurangi dan/atau menghilangkan sifat bahaya dan/atau sifat racun. Dari lokasi studi yang diteliti hanya Departemen Kimia yang memiliki unit pengolahan limbah laboratorium. Unit pengolahan ini telah ada sejak tahun 2005. Pengolahan ini terletak pada bagian belakang Departemen Kimia. Unit pengolahan ini menggunakan proses aerasi untuk mengolah limbah B3 laboratorium. Unit pengolahan ini terdiri dari bak penampung dan sistem aerasi. Aerasi dilakukan tiap dua jam sekali. Selain terdiri dari bak penampung dan bak aerasi unit pengolahan ini juga dilengkapi dengan unit clarifier tetapi tidak digunakan untuk pengolahan limbah B3 laboratorium. Berikut merupakan dimensi dan volume yang dapat ditampung dari unit pengolahan limbah B3 laboratorium :

**A. Bak penampung**

Panjang = 0,8 m

Lebar = 0,8 m

Kedalaman = 2 m

Volume =  $1,28 \text{ m}^3$

Gambar bak penampung dapat dilihat pada Gambar 4.9

**B. Bak Aerasi**

Panjang = 3,53 m

Lebar = 1,05 m

Kedalaman = 2 m

Volume =  $7,41 \text{ m}^3$

Sistem aerasi menggunakan pompa RL-40.

Gambar sistem aerasi dapat dilihat pada Gambar 4.10

### C. Clarifier

Diameter = 2,30 m

Kedalaman = 3 m

Volume = 3,96 m<sup>3</sup>

Gambar clarifier dapat dilihat pada Gambar 4.11

Proses pengoperasiannya dimulai pada tahun 2005. Dalam pengoperasiannya, unit pengolahan ini belum berjalan dengan baik. Dalam unit ini terdapat tiga bak penampung yang telah dibedakan sesuai dengan jenis limbah yang akan diolah, tetapi bak penampung yang digunakan hanya satu buah. Sehingga limbah B3 laboratorium yang memiliki jenis asam, basa, beracun organik, dan mengandung logam berat diolah menjadi satu. Di dalam unit pengolahan ini juga terdapat unit clarifier yang tidak digunakan. Dari hasil wawancara, laboran tidak mengetahui waktu detensi (Td) dari bak penampung. Unit pengolahan limbah di Departemen Kimia ini belum pernah dilakukan pengurusan sejak pertama kali dioperasikan. Unit pengolahan limbah B3 laboratorium ini juga menerima limbah B3 laboratorium yang dihasilkan dari departemen lain, yaitu Departemen Teknik Material dan Metalurgi dan Biologi. Dari hasil kegiatan wawancara dengan bagian tata usaha Departemen Kimia, belum ada data berapa volume limbah B3 laboratorium yang masuk dalam unit pengolahan limbah B3 Departemen Kimia.

Perhitungan kapasitas pengolahan unit IPAL dilakukan untuk mengetahui kapasitas unit pengolahan limbah B3 laboratorium sesuai dengan kondisi eksisting limbah B3 laboratorium yang dihasilkan di ITS. Dari hasil pengamatan selama waktu penelitian didapatkan laju timbunan limbah B3 laboratorium di ITS sebagai berikut :

- a. Asam = 1,6 L/hari
- b. Basa = 4,9 L/hari
- c. Logam berat = 3,3 L/hari
- d. Beracun Organik = 1,2 L/hari

Waktu tinggal (Td) pada bak penampung limbah B3 laboratorium adalah antara 4-8 jam. Pada perhitungan ini diasumsikan Td yang digunakan adalah 4 jam. Dari pengukuran di lapangan didapatkan volume bak penampung adalah 1,28 m<sup>3</sup>. Debit limbah yang dapat terolah adalah sebanyak 7,68 m<sup>3</sup>/hari. Perhitungannya sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 Q &= \text{volume} / T_d \\
 &= 1,28 \text{ m}^3 / 4 \text{ jam} \\
 &= 0,32 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 7,68 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Total limbah B3 laboratorium yang dihasilkan di ITS sebanyak 0,011 m<sup>3</sup>/hari. Limbah B3 laboratorium disimpan selama 180 hari sehingga, limbah yang diolah adalah sebanyak 1,98 m<sup>3</sup>/hari. Dari hasil analisis tersebut diketahui bahwa unit pengolahan limbah B3 laboratorium di Departemen Kimia dapat mengolah limbah B3 laboratorium yang dihasilkan oleh ITS.



**Gambar 4.9 Bak Penampungan Limbah B3 Laboratorium di Departemen Kimia**



**Gambar 4.10 Sistem Aerasi Pengolahan Limbah B3 Laboratorium di Departemen Kimia**



#### Gambar 4.11 Clarifier Pengolahan Limbah B3 Laboratorium di Departemen Kimia

Dalam penelitian ini dilakukan analisis kualitas influen, unit aerasi dan effluen IPAL ini karena menurut hasil wawancara dengan *stake holder* Departemen Kimia belum pernah dilakukan analisis kualitas air limbah laboratorium. Sedangkan *sludge* tidak dianalisis karena kesulitan untuk mendapatkan sampelnya. Sampel berada dalam bak dengan penutup yang terbuat dari besi. Penutup tersebut telah berkarat dan sulit untuk dibuka. Sehingga tidak diketahui kondisi dari *sludge* IPAL. Hal itu disebabkan karena *sludge* tersebut tidak pernah dikuras sejak IPAL pertama kali beroperasi. Sebaiknya, *sludge* secara rutin dikuras sehingga keadaan bak penampung *sludge* dapat terkelola dengan baik. Dari hasil analisis terdapat kadar logam berat Hg, Cr, dan Pb sebesar 0,048 mg/L; <0,0201 mg/L; <0,07 mg/L. Sehingga *sludge* yang dihasilkan dari proses biologis juga mengandung logam berat karena tidak dapat dihancurkan oleh organisme. Logam-logam tersebut terakumulasi ke lingkungan dan mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik (Widowati dkk, 2008). Hasil analisis kualitas air IPAL dapat dilihat pada Tabel 4.48 dan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 8-Lampiran 10.

**Tabel 4.48 Hasil Analisis Kualitas Air Limbah IPAL**

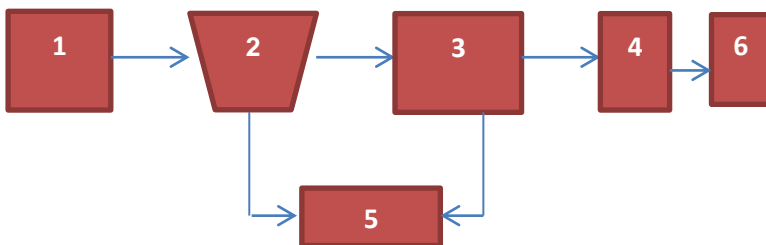
Parameter	Influen	Bak Aerasi	Effluen	Baku Mutu
BOD <sub>5</sub> (mg/L)	87,36	8,81	7,49	35
COD (mg/L)	168,62	17,5	15	85
TSS (mg/L)	80	16	13	35
pH	6,36	7,31	7,25	6-9
Cr (mg/L)	<0,0201	<0,0201	<0,0201	1
Hg (mg/L)	0,048	0,055	0,039	0,005
Pb (mg/L)	<0,07	<0,07	<0,07	1

Menurut Gunawan (2006) limbah cair yang akan ditangani secara biologis harus memenuhi kriteria tertentu yaitu pH antara 6-9, total padatan tersuspensi <125 mg/L, dan logam-logam berat umumnya <1 mg/L. Air limbah yang dapat diolah secara biologis ditunjukkan dari rasio BOD/COD. Rasio

BOD/COD yang berkisar antara 0,5-0,6 menandakan bahwa air limbah tersebut mudah diolah. Dari hasil analisis nilai BOD dan COD didapatkan rasio sebesar 0,51, sehingga dapat digunakan pengolahan biologis untuk mengolah limbah B3 laboratorium. Selain mengandung zat organik, IPAL juga mengandung logam berat meskipun dalam kadar yang kecil.

Pengolahan menggunakan sistem aerasi yang digunakan pada saat ini sudah baik untuk menurunkan kadar organik dalam air. Hal tersebut dapat dilihat pada kualitas effluen IPAL yang telah memenuhi baku mutu limbah laboratorium klinik berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya. Kadar logam berat Cr dan Pb pada effluen IPAL juga telah memenuhi baku mutu, tetapi kadar logam berat Hg sebesar 0,039 mg/L masih belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan, yaitu 0,005 mg/L. Sehingga diperlukan pengolahan lebih lanjut untuk menangani limbah B3 laboratorium yang mengandung Hg. Menurut Santi (2004), limbah yang mengandung zat-zat berbahaya harus dilakukan penanganan khusus tahap awal sehingga kandungannya bisa diminimalisasi sebelum dialirkan ke IPAL. Zat-zat tersebut dapat mematikan fungsi mikroorganisme.

Menurut Trihadiningrum (2016) pengolahan biologis terdiri atas bak ekualisasi, pengaturan pH, pengendapan dengan cara kimiawi, pengolahan biologis, pengolahan akhir dan pengolahan lumpur. Dari kondisi eksisting didapatkan bahwa pengolahan menggunakan aerasi dapat menurunkan kadar organik dalam air limbah B3 laboratorium dengan baik tetapi masih terdapat kadar logam berat yang tidak memenuhi baku mutu, yaitu Hg. Berikut merupakan penanganan limbah B3 laboratorium pada Gambar 4.12



**Gambar 4.12 Pengolahan Limbah B3 Laboratorium**

Keterangan :

1. Bak ekualisasi/ bak penampung  
Pada bak ekualisasi ini limbah B3 dapat ditampung terlebih dahulu dan dilakukan pengaturan pH bila limbah B3 laboratorium bersifat ekstrim asam atau basa. Pengaturan pH ini dapat dilakukan dengan cara mencampurkan limbah B3 yang bersifat asam dengan basa. Waktu detensi selama 8-24 jam untuk stabilisasi
2. Pengendapan dengan cara kimiawi  
Pengendapan ini dapat dilakukan dengan penambahan basa untuk mencapai tingkat pH dimana terjadi pengendapan hidroksida secara optimum, sehingga logam berat dalam air limbah dapat terendapkan. Selain dengan penambahan basa, pengendapan juga dapat dilakukan dengan penambahan sulfida (Trihadiningrum, 2016). Dari hasil penelitian oleh Jamhari (2009), persentase penyisihan maksimum Hg sebesar 97% pada pH 11,63, penyisihan maksimum Cr sebesar 96,85% pada pH 9,77. Dari proses pengendapan ini akan dihasilkan *sludge* yang mengandung B3
3. Pengolahan biologis  
Pengolahan biologis dapat menggunakan sistem aerasi karena lebih ekonomis. Selain itu dapat menurunkan kadar organik dalam limbah B3 laboratorium karena rasio COD/BOD yang dihasilkan sebesar 0,51 dapat mengurai bahan organik dalam limbah B3 laboratorium dengan baik.
4. Effluen  
Effluen yang dihasilkan diuji karakteristiknya. Bila hasil uji memenuhi baku mutu, effluen dapat dibuang ke badan air.
5. *Sludge*  
*Sludge* yang dihasilkan dari hasil pengolahan biologis pada unit pengendapan dan bak aerasi ini dapat dikuras dan diolah melalui pihak ketiga karena mengandung B3 dari proses pengendapan
6. Badan Air  
Badan air ini menampung effluen dari pengolahan limbah B3 laboratorium yang telah dianalisis kualitasnya.



#### 4.2.5 Kegiatan Pengumpulan Limbah B3 Laboratorium

Dari lokasi studi yang diteliti, hanya Departemen Teknik Kimia yang bekerjasama dengan pihak ketiga untuk melakukan pengumpulan limbah B3 laboratorium. Pihak ketiga yang bekerjasama dengan Departemen Teknik Kimia adalah PT Triata Mulia Indonesia. Kegiatan pengumpulan yang telah dilakukan oleh Departemen Teknik Kimia ini dapat digunakan sebagai contoh bagi departemen lain yang belum dapat melakukan pengolahan limbah B3 laboratorium yang dihasilkan. Kekurangan dari kegiatan pengumpulan ini adalah dibutuhkan biaya yang cukup besar dalam kegiatannya. Dari hasil wawancara dengan Sekretaris Departemen Teknik Kimia, biaya yang dibutuhkan dalam sekali kegiatan pengumpulan ini sebesar kurang lebih 20 juta rupiah. Kegiatan kerjasama ini telah dilakukan sejak tahun 2015. Kegiatan pengumpulan dilakukan setiap enam bulan sekali. PT Triata Mulia Indonesia telah memiliki izin :

1. Rekomendasi pengangkutan limbah B3 Kementrian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia
2. Izin pengangkutan limbah B3 oleh Kementrian Perhubungan Republik Indonesia
3. Manifest limbah B3 dengan kode register AAH

#### 4.3 Analisis *Strength, Weakness, Opportunity, Threats* (SWOT)

Dari hasil kegiatan wawancara dan pengamatan di lokasi studi dapat diidentifikasi faktor-faktor *strength, weakness, opportunity, dan threat* :

##### A. *Strengths* :

1. Tiga departemen (Departemen Teknik Kimia, Departemen Teknik Material dan Metalurgi, dan Departemen Teknik Lingkungan) telah melakukan pemisahan limbah
2. ITS memiliki lahan yang luas
3. Telah ada IPAL laboratorium di Departemen Kimia yang telah beroperasi

##### B. *Weaknesses* :

1. Hanya satu departemen yang memiliki IPAL B3 Laboratorium
2. Baru satu dari lima departemen melakukan pemberian simbol

3. Belum ada pelabelan wadah limbah B3 laboratorium
4. Teknisi kurang memiliki pengalaman dalam pengoperasian IPAL
5. Belum ada rencana pengelolaan limbah B3 laboratorium secara terintegrasi
6. Biaya pengangkutan limbah B3 laboratorium cukup besar

C. *Opportunities* :

1. Ada pihak ketiga yang memiliki kemampuan dan izin dalam pengumpulan, pengolahan dan pengangkutan limbah B3
2. Sudah ada peraturan pemerintah mengenai pengelolaan limbah B3 yang dapat digunakan sebagai acuan
3. Sudah ada peraturan gubernur mengenai baku mutu air limbah yang dapat digunakan sebagai acuan

D. *Threats*:

1. Ada sanksi administratif berdasarkan PP Nomor 101 Tahun 2014
2. Adanya tim pengawas pengelolaan limbah B3 dari provinsi atau kabupaten/kota berdasarkan Permen LH Nomor 30 Tahun 2009

Sanksi administratif yang dimaksud dalam PP Nomor 101 Tahun 2014 tersebut adalah teguran tertulis, paksaan pemerintah, atau pembekuan izin pengelolaan limbah B3, dan pencabutan izin pengelolaan limbah B3 untuk kegiatan penyimpanan. Paksaan pemerintah sebagaimana dimaksud meliputi penghentian sementara kegiatan dan/atau tindakan lain yang bertujuan untuk menghentikan pelanggaran dan tindakan memulihkan fungsi lingkungan hidup.

Dari hasil analisis SWOT tersebut kemudian dibentuk strategi menggunakan matriks SWOT pada Lampiran 11.

Dari analisis matrik SWOT didapatkan strategi-strategi yang dapat digunakan sebagai rekomendasi kepada pihak ITS untuk melakukan pengelolaan limbah B3 laboratorium dengan lebih baik lagi. Strategi-strategi yang dapat digunakan adalah sebagai berikut :

1. **Strategi SO**

- Melakukan kerjasama dengan pihak ketiga dalam melakukan pengelolaan limbah B3 laboratorium. Hal ini

dapat dilakukan karena tiga departemen di ITS telah melakukan kegiatan pemisahan limbah B3 laboratorium sesuai dengan jenisnya. Kegiatan pemisahan limbah B3 ini juga seharusnya diikuti dengan kegiatan pemberian simbol dan label sesuai dengan karakteristik limbah B3 yang ditampung. Kerjasama dengan pihak ketiga ini dilakukan dalam kegiatan pengumpulan limbah B3 padat laboratorium yang meliputi bahan kimia kadaluarsa, sarung tangan, masker, kertas tisu bekas pakai yang terkontaminasi B3, pecahan *glassware* yang terkontaminasi B3, serta *sludge* IPAL. Sedangkan untuk limbah B3 cair ITS dapat melakukan pengolahan menggunakan IPAL.

- Pengadaan TPS B3 atau tempat penyimpanan limbah B3 laboratorium di masing-masing departemen. Tempat penyimpanan B3 digunakan untuk menyimpan limbah-limbah B3 laboratorium yang dihasilkan oleh masing-masing departemen sebelum akhirnya diolah menggunakan IPAL. Gambar 4.13 merupakan contoh denah tempat penyimpanan limbah B3 berdasarkan laju timbulan limbah B3 laboratorium dari Departemen Teknik Lingkungan. Berikut merupakan contoh perhitungan untuk denah tempat penyimpanan :

Volume limbah korosif (asam, basa, logam berat)

$$= 193,68 \text{ L} + 1,8 \text{ L} + 392,94 \text{ L}$$

$$= 588,42 \text{ L} = 600 \text{ L}$$

Volume limbah beracun organik

$$= 36 \text{ L}$$

Kuantitas limbah padat (B3 kadaluarsa dan sarung tangan, masker, tisu bekas pakai)

$$= 0,75 \text{ kg} + 17,1 \text{ kg}$$

$$= 17,85 \text{ kg}$$

- Kemasan Limbah B3 Cair

Limbah cair B3 ditampung dalam jerigen 25 L

Dimensi jerigen

$$\text{Panjang} = 30 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar} = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi} = 39 \text{ cm}$$

Kebutuhan jerigen untuk limbah B3 cair korosif

$$= 600 \text{ L} / 25 \text{ L}$$

= 24 buah

Kebutuhan jerigen untuk limbah B3 cair beracun organik

= 36 L/25 L

= 1,44 = 2 buah

- Kemasan Limbah B3 Padat

Limbah padat B3 ditampung dalam drum 40 L

Drum yang dibutuhkan = 1 buah

Diameter drum = 35 cm

Tinggi drum = 50 cm

- Palet

Palet terbuat dari kayu berukuran 60x60 cm

Tiap palet berisi 4 buah jerigen

Kebutuhan palet limbah B3 cair korosif

= 24 buah/4 buah

= 6 palet

Kebutuhan palet limbah B3 beracun organik

= 1 buah

Jarak antar blok = 0,6 m

Lebar saluran drainase = 0,18 m

Panjang saluran drainase = 0,6 m

Lebar tempat penyimpanan

= panjang palet + jarak antar blok

= (2x0,6) m + 0,6 m

= 1,8 m = 2 m

Panjang tempat penyimpanan

= panjang blok limbah korosif + lebar bak penampung

= (6 x 0,6) m + 0,18 m

= 3,78 m = 4 m

Gambar denah tempat penyimpanan dapat dilihat pada Lampiran 12. Lampiran 13 adalah gambar tampak depan dan tampak samping tempat penyimpanan limbah B3 laboratorium. Tempat penyimpanan dilengkapi dengan ventilasi, alat pemadam kebakaran, SOP, serta simbol sesuai dengan jenis limbah yang disimpan. Lampiran 14 merupakan contoh jerigen dan drum yang digunakan dalam kegiatan pengemasan limbah B3 laboratorium.

2. Optimalisasi IPAL di Departemen Kimia secara terintegrasi antar departemen di ITS. ITS dapat mengintegrasikan pengolahan limbah B3 laboratorium yang dihasilkan oleh departemen-departemen di ITS sehingga masing-masing departemen tidak perlu memiliki pengolahan limbah B3 laboratorium. Optimalisasi adalah melakukan pengoptimalan fungsi dari unit-unit yang ada dalam pengolahan limbah laboratorium di Departemen Kimia. Optimalisasi dapat dilakukan dengan memisahkan limbah B3 laboratorium yang dihasilkan di masing-masing laboratorium. Pada proses pengolahan, limbah asam dan basa dapat dicampur sehingga terjadi proses netralisasi. Limbah B3 laboratorium yang mengandung memiliki jenis beracun organik serta limbah B3 laboratorium yang mengandung logam berat dapat dicampur karena memiliki sifat racun. Limbah yang memiliki sifat racun dan mengandung logam berat tersebut dapat dilakukan *pre-treatment* terlebih dahulu untuk menurunkan kadar logam beratnya. Cara pengoptimalan selanjutnya yaitu dengan cara menggunakan semua unit bak penampung yang ada pada IPAL Departemen Kimia. Optimalisasi juga dapat dilakukan dengan memisahkan limbah B3 laboratorium yang dihasilkan. Kemudian dapat dilakukan optimalisasi dengan cara melakukan pengurasan secara berkala di bak pengendap dan *maintenance* pompa.
3. **Strategi ST**
  - Memiliki izin dalam pengelolaan limbah B3 laboratorium. Izin yang wajib dimiliki untuk ITS adalah izin dalam kegiatan penyimpanan dan pengolahan limbah B3.
4. **Strategi WO**
  - Melakukan kerjasama dengan pihak ketiga dalam kegiatan pengumpulan limbah B3 padat dan sludge yang dihasilkan dari pengolahan limbah B3 laboratorium
  - Melakukan kegiatan pemberian simbol dan label. Kegiatan pemberian simbol dan label ini wajib dilakukan oleh penghasil limbah B3.
  - Pengolahan limbah B3 cair laboratorium secara *in-situ*. Limbah B3 laboratorium cair yang dihasilkan diolah menggunakan IPAL Laboratorium yang dimiliki oleh ITS

## 5. Strategi WT

- Diadakan pelatihan mengenai pengelolaan limbah B3 laboratorium. Pelatihan ini diberikan oleh ITS untuk tenaga kependidikan sehingga dapat menerapkan pengelolaan limbah B3 sesuai dengan PP Nomor 101 Tahun 2014.
- Diadakan pelatihan *operation dan maintenance* IPAL untuk tenaga kependidikan. Pelatihan ini diberikan oleh ITS kepada teknisi sehingga dapat melakukan *operation dan maintenance* IPAL sehingga bila terjadi kerusakan dapat segera ditangani.

Berdasarkan hasil analisis strategi maka, strategi prioritas yang dapat dilakukan ITS dalam pengelolaan limbah B3 laboratorium adalah :

1. Mengurus perizinan penyimpanan dan pengolahan limbah B3 laboratorium
2. Melakukan kegiatan pemberian simbol dan label dan penyimpanan limbah B3 laboratorium
3. Melakukan kerjasama dengan pihak ketiga
4. Melakukan optimalisasi fasilitas pengolahan limbah B3 laboratorium
5. Mengadakan pelatihan untuk teknisi dan laboran mengenai pengelolaan limbah B3 laboratorium dan *operation dan maintenance* fasilitas pengolahan limbah B3 laboratorium.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 KESIMPULAN**

Penelitian mengenai pengelolaan limbah B3 laboratorium di Kampus ITS ini menghasilkan kesimpulan :

1. Jenis limbah B3 laboratorium yang dihasilkan di Kampus ITS pada periode semester genap adalah asam, basa, beracun organik, logam berat. Kuantitas bahan kimia kadaluarsa padat = 29,5 kg; Bahan kimia kadaluarsa cair = 13,42 L. Laju timbunan dari limbah B3 jenis asam adalah sebanyak 1,6 L/hari; basa 4,9 L/hari; beracun (organik) 1,2 L/hari, logam berat 3,3 L/hari. Limbah padat yang dihasilkan sebanyak 0,9 kg/hari.
2. Pengelolaan limbah B3 laboratorium di Kampus ITS yang meliputi kegiatan pengurangan, pewadahan, penyimpanan, pengolahan, dan pengumpulan belum dapat terlaksana dengan baik. Tiga departemen (Departemen Teknik Kimia, Departemen Teknik Material dan Metalurgi, dan Departemen Teknik Lingkungan) melakukan kegiatan pemisahan limbah B3 laboratorium. Departemen Teknik Lingkungan telah melakukan pemberian simbol pada wadah penampung limbah B3 laboratorium. Departemen Kimia memiliki IPAL B3 yang telah beroperasi dan melayani Departemen Biologi dan Departemen Teknik Material dan Metalurgi. Departemen Teknik Kimia melakukan kerjasama dengan pihak ketiga untuk pengumpulan limbah B3.
3. Strategi yang dapat digunakan untuk pengelolaan limbah B3 laboratorium di Kampus ITS adalah mengurus perizinan penyimpanan dan pengolahan limbah B3 laboratorium, melakukan kegiatan pemisahan limbah B3 laboratorium, melakukan kegiatan pemberian simbol dan label pada kemasan limbah B3 laboratorium, melakukan penyimpanan limbah B3 laboratorium selama 180 hari sesuai dengan PP Nomor 101 Tahun 2014, melakukan pengolahan limbah B3 laboratorium, mengadakan pelatihan untuk teknisi dan laboran mengenai pengelolaan limbah B3 laboratorium dan *operation* dan

*maintenance* fasilitas pengelolaan limbah B3 laboratorium.

## **5.2 SARAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan sebagai bahan perbaikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan kegiatan pengamatan laju timbulan limbah B3 laboratorium dan jenis limbah untuk kegiatan praktikum dan penelitian pada semester ganjil
2. Perlu dilakukan analisis kandungan logam berat *sludge* IPAL agar dapat diketahui kadar logam berat yang terkandung.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anggarini, N.H., Megi, S., Prihatiningsih., 2014. "Pengelolaan dan Karakterisasi Limbah B3 di PAIR Berdasarkan Potensi Bahaya". Majalah Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi, 1 Februari 2014
- Anonim. 2015. "Typical Laboratory Hazardous Waste" . <[http://www.ehs.ufl.edu/programs/chemrad\\_waste/lab-chem-waste-mgmt/typical-laboratory-hazardous-wastes/](http://www.ehs.ufl.edu/programs/chemrad_waste/lab-chem-waste-mgmt/typical-laboratory-hazardous-wastes/)> diakses tanggal 8 Desember 2016
- Anonim. 2013. "Laboratory Chemical Waste Management Guidelines". Environmental Health and Radiation Safety. University of Pennsylvania Philadelphia
- Anonim. 2016. "Laboratory Hazardous Waste Disposal Guideline". University of New South Wales Australia
- Anonim. 2016. "Profil ITS" <URL:<https://www.its.ac.id/article/profil-its/id>>. diakses tanggal 16 Februari 2017
- Benavides, A.M., Andrade, V.B., Ortiz, S.M., 2007. "Alternative for the Segregation of Chemical Residues Generated in the Environmental and Sanitary Engineering Laboratory of the University of Cauca". Prod. Limpia 2
- Daft, R.L. 2010. "Era Baru Manajemen Edisi 9". Salemba Empat
- Gunawan, Y. 2006. "Peluang Penerapan Produksi Bersih Pada Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik *Waste Water Treatment Plant #48*, Studi Kasus di PT Badak NGL Bontang". Universitas Diponegoro
- Jamhari. 2009. "Reduksi Logam Berat Hg, Ag, dan Cr Limbah Laboratorium Menggunakan Metode Presipitasi dan Adsorpsi". Institut Pertanian Bogor
- Hartini, E., Yuantari, M.G.C., 2011. "Pengolahan Air Limbah Laboratorium dengan Menggunakan Koagulan Alum Sulfat dan Poly Alum Chloride di Laboratorium Kesehatan Universitas Dian Nuswantoro Semarang". Jurnal Dian 11, 2:150-159
- Kihampa, C., Harriet H.K., 2015. "Environmental and Public Health Risks Associated with Chemical Waste from Research and Educational Laboratories in Dar es Salaam, Tanzania. Journal of Chemical Health and Safety, 19-25
- Lara, E.R., Javier, R.D.R., Aldo I.R.C., Felipe, J.C.C., Ulrico, J.L.C., Sergio, S.F.D., Pasiano, R.G., 2016.

- “Comprehensive Hazardous Waste Management Program in a Chemistry School at a Mexican University”. *Journal of Cleaner Production* 142:1486-1491
- Marendaz, J., Jean, C.S., Thierry, M., 2013. “A Systematic Tool for Assessment and Classification of Hazards in Laboratories (ACHiL)”. *Safety Science* 53:168-176
- Musee, N., Lorenzen, L., dan Aldrich, C., 2006. “An Aggregate Fuzzy Hazardous Index for Composite Wastes. *Journal of Hazardous Materials* 137, 2:723-733
- Omidvari, M., Mansouri, M., Nouri, J., 2015. “A Pattern of Fire Risk Assessment and Emergency Management in Educational Center Laboratories”. *Safety Science* 73:34-42
- Padmaningrum, R.T. 2010. “Penanganan Limbah Laboratorium Kimia”. Pendidikan Kimia FMIPA UNY
- Pearce, J.A., Robinson, R.B., 1998. *Cases in Strategic Management*, 4th Edition. Chicago; Richard D. Irwin Inc.
- Peraturan Gubernur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya
- Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah B3
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 14 Tahun 2013 tentang Simbol B3
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 30 Tahun 2009 tentang Tata Laksana Perizinan dan Pengawasan Pengelolaan Limbah B3 serta Pengawasan Pemulihan Akibat Pencemaran Limbah B3 oleh Pemerintah Daerah
- Putri, A. A. 2012. “Desain Pengolahan Limbah Kimia Laboratorium Dengan Prinsip Reduce, Reuse, dan Recycle (Studi di Fakultas Tarbiyah IAIN Walisongo Semarang)”. Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia IV Surakarta, 31 Maret. Universitas Sebelas Maret
- Rangkuti, F. 2004. “Analisis SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis”. Jakarta; PT Gramedia
- Said, M. 2009. “Pengolahan Air Limbah Laboratorium dengan Menggunakan Koagulan Alum Sulfat dan Poli Aluminium Klorida (PAC)”. *Jurnal Penelitian Sains*, 38-43
- Santi, D.N. 2004. “Pengelolaan Limbah Cair pada Industri Penyamakan Kulit Industri Pulp dan Kertas Industri Kelapa Sawit”. Universitas Sumatera Utara

- Standar Batan SB 006-1-Batan. 2012. "Pedoman Penilaian Resiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Batan"
- Tahir, I., Sugiharto, E. 2002. "Pengelolaan dan Implementasi Material Safety Data Sheet (MSDS) pada Riset Mahasiswa untuk Mendukung Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Laboratorium. Seminar Nasional Pendidikan MIPA, 26 Oktober. Universitas Negeri Semarang
- Trihadiningrum, Y. 2016. Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- US-EPA. 1997. Best Management Practices: Handbook for Hazardous Waste Containers. US-EPA Region 6, Dallas, Texas
- Widowati W, Astiana S, Raymond JR. 2008. "Efek Toksik Logam: Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran". Yogyakarta: Andi Offset
- Yilmaz O, Bahar, Y.K., Ulku, Y., 2016. "Hazardous Waste Management System Design Under Population and Environmental Impact Consideration". Journal of Environmental Management, 1-12

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## Lampiran 1 Kuesioner Analisis SWOT

### KUESIONER ANALISIS SWOT

Judul Penelitian :

#### **PENGELOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (B3) LABORATORIUM DI KAMPUS ITS**

**Departemen Teknik Lingkungan**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya**

1. Apakah ada kegiatan pemisahan limbah B3 laboratorium?
2. Bagaimana kegiatan pengelolaan limbah B3 laboratorium?
3. Apakah ada *Standart Operation Procedure* (SOP)
4. Seperti apa *Standart Operation Procedure* (SOP)nya?
5. Dalam kegiatan pengurangan limbah B3 laboratorium,
  - a. Bagaimana kegiatan penyiapan reagen yang digunakan dalam kegiatan praktikum dan penelitian?
  - b. Bagaimana pengadaan bahan-bahan kimia untuk kegiatan praktikum dan penelitian?
6. Dalam kegiatan penyimpanan limbah B3 laboratorium,
  - a. Bagaimana kegiatan pewadahan limbah B3 laboratorium?
  - b. Apakah telah diberi label sesuai dengan karakteristiknya?
  - c. Bagaimana kegiatan penyimpanan limbah B3 laboratorium? Berapa lama?
  - d. Apakah ada pengolahan limbah B3 laboratorium? Bagaimana pengolahannya?
  - e. Apakah terdapat Material Safety Data Sheet (MSDS) dalam tiap laboratorium?
7. Dalam kegiatan pengumpulan limbah B3 laboratorium,
  - a. Apakah ada kerjasama dengan pihak ketiga dalam kegiatan pengumpulan limbah B3 laboratorium?
  - b. Dalam kegiatan pengumpulan limbah B3 laboratorium apakah petugas menggunakan APD?
  - c. Berapa biaya yang digunakan dalam kegiatan pengumpulan limbah B3 laboratorium?
8. a. Apakah ada kegiatan pelatihan mengenai pengelolaan limbah B3 laboratorium yang dilakukan dari pihak ITS maupun departemen?

- b. Bagaimana struktur kerja dalam kegiatan pengelolaan limbah B3 laboratorium dari ITS maupun dari departemen?
- c. Apakah ada kebijakan tentang pengelolaan limbah B3 laboratorium dari ITS maupun departemen?
- d. Bagaimana proses penegakkan kebijakannya?
- e. Bagaimana daya dukung ITS dalam pengelolaan limbah B3 laboratorium?
- f. Apa manfaat bila melakukan pengelolaan limbah B3 laboratorium bagi departemen dan ITS?
- g. Apa kesulitan dari kegiatan pengelolaan limbah B3 laboratorium?
- h. Bagaimana sistem K3 yang diterapkan dalam pengelolaan limbah B3 laboratorium?

## Lampiran 2 Lembar Observasi

Departemen :

Nama Laboratorium :

No	Hari	Tanggal	Volume Limbah B3 Cair yang Dihasilkan (mL)					
			Jenis Limbah					
			Asam	Basa	Toksik (Organik)	Logam berat	Mudah meledak	Mudah terbakar
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

No	Hari	Tanggal	Limbah B3 padat yang Dihasilkan (kg)



### Lampiran 3 Hasil Analisis Kadar Hg di Limbah Laboratorium Departemen Kimia

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI**  
**BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA**  
**LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI**  
**BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, 99643670 Fax. (031) 8410480  
<http://baristandsurabaya.kemiperin.go.id/>

**YKAN**  
Komite Akreditasi Nasional  
**LABORATORIUM PENGUJIAN**  
LP-213-SEN

**LAPORAN HASIL UJI**  
 No. 2683/17/LHU/2/VI/2017

Nomor Analisa : 2017P2683  
 Contoh : Air Limbah Laboratorium  
 Merk : Sampel Kimia : Hg  
 Diterima Tanggal : 22-Mei-2017  
 Catatan Sampel : 300 ml air limbah dalam botol

Nama Pengirim : Tresta Nurina Ciptaningayu  
 Alamat : Perum Pondok Nirwana, Jl. Baruk Barat 9  
 Blok A-83 Surabaya - Jawa Timur

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
Raksa (Hg)	mg/L	20892.85	SNI 6989.78 : 2011

Catatan:

- Parameter uji sesuai dengan permintaan

Surabaya, 08-Juni-2017

Laboratorium  
 Kimia dan Lingkungan



Catut Wihandari, ST  
 NID. 198402212005022001

## Lampiran 4 Hasil Analisis Cr Total di Limbah Laboratorium Departemen Kimia



### LAPORAN HASIL UJI

No. 2664/17/LHU/2/V/2017

Nomor Analisa : 2017P2664  
Contoh : Air Limbah Laboratorium  
Merk : Sampel Kimia : Cr  
Diterima Tanggal : 22-Mei-2017  
Catatan Sampel : 300 ml air limbah dalam botol

Nama Pengirim : Tresta Nurina Ciptaningayu

Alamat : Perum Pondok Nirwana, Jl. Baruk Barat 9  
Blok A-83 Surabaya - Jawa Timur

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
Krom Total (Cr total)	mg/L	1666.5	SNI 6989.17 : 2009

**Catatan:**

- Parameter uji sesuai dengan permintaan

Surabaya, 26-Mei-2017

Laboratorium  
Kimia dan Lingkungan



Ardhaningtyas Riza Utami, ST, MT  
NIP. 197808232005022001

## Lampiran 5 Hasil Analisis Pb di Limbah Laboratorium Departemen Biologi



Kementerian  
Perindustrian  
REPUBLIK INDONESIA

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA  
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI  
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, 99843670 Fax. (031) 8410480  
<http://baristandsurabaya.kemenerin.go.id/>



### LAPORAN HASIL UJI

No. 2667/17/LHU/2/V/2017

Nomor Analisa : 2017P2667  
Contoh : Air Limbah Laboratorium  
Merk : Sampel Biologi  
Diterima Tanggal : 22-Mei-2017  
Catatan Sampel : 300 ml air limbah dalam botol

Nama Pengirim : Tresta Nurina Ciptaningayu

Alamat : Perum Pondok Nirwana, Jl. Baruk Barat 9  
Blok A-83 Surabaya - Jawa Timur

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
Timbal (Pb)	mg/L	<0.0764	SNI 6989.8 : 2009

**Catatan:**

- Parameter uji sesuai dengan permintaan

Surabaya, 26-Mei-2017

Laboratorium  
Kimia dan Lingkungan



Ardhaningtyas Riza Utami, ST, MT  
NIP. 197808232005022001

## Lampiran 6 Hasil Analisis Logam Berat Pb di Limbah Laboratorium Departemen Teknik Kimia

Kementerian  
Perindustrian  
REPUBLIK INDONESIA

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA  
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI  
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, 99843670 Fax. (031) 8410480  
<http://baristandsurabaya.kemenperin.go.id/>

**Y KAN**  
Komite Akreditasi Nasional  
LABORATORIUM PENGUJIAN  
LP-313-IDN

### LAPORAN HASIL UJI

No. 2666/17/LHU/2N/2017

Nomor Analisa : 2017P2666  
Contoh : Air Limbah Laboratorium  
Merk : Sampel Tekkim  
Diterima Tanggal : 22-Mei-2017  
Catatan Sampel : 300 ml air limbah dalam botol

Nama Pengirim : Tresta Nurina Ciptaningayu  
Alamat : Perum Pondok Nirwana, Jl. Baruk Barat 9  
Blok A-83 Surabaya - Jawa Timur

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
Timbal (Pb)	mg/L	341.87	SNI 6989.8 : 2009

**Catatan:**

- Parameter uji sesuai dengan permintaan

Surabaya, 26-Mei-2017

Laboratorium  
Kimia dan Lingkungan



Ardhani Ningsih Riza Utami, ST, MT  
NIP. 197808232005022001

## Lampiran 7 Hasil Analisis Kadar Cr Total, Hg, Pb, Ag di Limbah Laboratorium Departemen Teknik Lingkungan

**Departemen Industri**  
ALIK INDONESIA

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI**  
**BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA**  
**LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI**  
**BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, 99843670 Fax. (031) 8410480  
<http://baristandsurabaya.kemenperin.go.id/>

**YKAN**  
Komite Akreditasi Nasional  
LABORATORIUM PENGUJIAN  
LP-313-IDN

### LAPORAN HASIL UJI

No. 2665/17/LHU/2/VI/2017

Nomor Analisa : 2017P2665  
Contoh : Air Limbah Laboratorium  
Merk : Sampel TL  
Diterima Tanggal : 22-Mei-2017  
Catatan Sampel : 300 ml air limbah dalam botol

Nama Pengirim : Tresta Nurina Ciptaningayu  
Alamat : Perum Pondok Nirwana, Jl. Baruk Barat 9  
Blok A-83 Surabaya - Jawa Timur

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
Krom Total (Cr total)	mg/L	99.53	SNI 6989.17 : 2009
Raksa (Hg)	mg/L	3158.67	SNI 6989.78 : 2011
Timbal (Pb)	mg/L	0.1905	SNI 6989.8 : 2009
Perak (Ag) *	mg/L	83.14	SNI 06-6989.33-2005

**Catatan:**

- Parameter uji sesuai dengan permintaan
- \*) Parameter uji belum masuk ruang lingkup akreditasi

Surabaya, 08-Juni-2017

**Laboratorium**  
**Kimia dan Lingkungan**



**Catur Wulandari, ST**  
NIP. 198402212005022001

## Lampiran 8 Hasil Analisis Kualitas Influen IPAL Departemen Kimia

erian  
ustrian  
K INDONESIA

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA  
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI  
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, 99843670 Fax. (031) 8410480  
<http://baristandsurabaya.kemenperin.go.id/>

**Y KAN**  
Komite Akreditasi Nasional  
LABORATORIUM PENGUJIAN  
LP-213-IDN

### LAPORAN HASIL UJI

No. 2661/17/LHU/2/VI/2017

Nomor Analisa : 2017P2661  
Contoh : Air Limbah Laboratorium  
Merk : Influen  
Diterima Tanggal : 22-Mei-2017  
Catatan Sampel : 2,5 liter air limbah dalam jerigen

Nama Pengirim : Tresta Nurina Ciptaningayu

Alamat : Perum Pondok Nirwana, Jl. Baruk Barat 9  
Blok A-83 Surabaya - Jawa Timur

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
Krom Total (Cr total)	mg/L	<0.0201	SNI 6989.17 : 2009
Raksa (Hg)	mg/L	0.048	SNI 6989.78 : 2011
Timbal (Pb)	mg/L	<0.0764	SNI 6989.8 : 2009
Nikel (Ni)	mg/L	0.033	SNI 6989.18:2009
pH	-	6.36	SNI 06 - 6989.11 - 2004
Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	80	SNI 06-6989.3-2004
BOD <sub>5</sub>	mg/L	87.36	SNI 6989.72 : 2009
COD	mg/L	168.62	SNI 6989.2 : 2009

**Catatan:**

- Parameter uji sesuai dengan permintaan
- pH diukur pada saat pengujian di laboratorium

Surabaya, 08-Juni-2017

Laboratorium  
Kimia dan Lingkungan



Catur Wulandari, ST

NIP. 198402212006022001

## Lampiran 9 Hasil Analisis Kualitas Bak Aerasi IPAL Departemen Kimia



**KEMENTERIAN  
PERINDUSTRIAN  
REPUBLIK INDONESIA**

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA  
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI  
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, 99843670 Fax. (031) 8410480  
<http://baristandsurabaya.kemenperin.go.id/>



**KAN**  
Komite Akreditasi Nasional  
LABORATORIUM PENGUJIAN  
LP-313-IDN

### LAPORAN HASIL UJI

No. 2662/17/LHU/2/VI/2017

Nomor Analisa : 2017P2662  
Contoh : Air Limbah Laboratorium  
Merk : Aerasi  
Diterima Tanggal : 22-Mei-2017  
Catatan Sampel : 2,5 liter air limbah dalam jerigen

Nama Pengirim : Tresta Nurina Ciptaningayu  
Alamat : Perum Pondok Nirwana, Jl. Baruk Barat 9  
Blok A-83 Surabaya - Jawa Timur

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
Krom Total (Cr total)	mg/L	<0.0201	SNI 6989.17 : 2009
Raksa (Hg)	mg/L	0.055	SNI 6989.78 : 2011
Timbal (Pb)	mg/L	0.28	SNI 6989.8 : 2009
Nikel (Ni)	mg/L	<0.0325	SNI 6989.18:2009
pH	-	7.31	SNI 06 - 6989.11 - 2004
Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	16	SNI 06-6989.3-2004
BOD <sub>5</sub>	mg/L	8.81	SNI 6989.72 : 2009
COD	mg/L	17.5	SNI 6989.2 : 2009

**Catatan:**

- Parameter uji sesuai dengan permintaan
- pH diukur pada saat pengujian di laboratorium

Surabaya, 08-Juni-2017

Laboratorium

Kimia dan Lingkungan



# Lampiran 10 Hasil Analisis Kualitas Effluen IPAL Departemen Kimia



**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI**  
**BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA**  
**LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI**  
**BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, 99843670 Fax. (031) 8410480  
<http://baristandsurabaya.kemenperin.go.id/>



## LAPORAN HASIL UJI

No. 2860/17/LHU/2/VI/2017

Nomor Analisa : 2017P2660  
 Contoh : Air Limbah Laboratorium  
 Merk : Effluen  
 Diterima Tanggal : 22-Mei-2017  
 Catatan Sampel : 2,5 liter air limbah dalam jerigen

Nama Pengirim : Tresta Nurina Ciptaningayu

Alamat : Perum Pondok Nirwana, Jl. Baruk Barat 9  
 Blok A-83 Surabaya – Jawa Timur

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
Krom Total (Cr total)	mg/L	<0.0201	SNI 6989.17 : 2009
Raksa (Hg)	mg/L	0.039	SNI 6989.78 : 2011
Timbal (Pb)	mg/L	<0.0764	SNI 6989.8 : 2009
Nikel (Ni)	mg/L	<0.0325	SNI 6989.18:2009
pH	-	7.25	SNI 06 - 6989.11 - 2004
Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	13	SNI 06-6989.3-2004
BOD <sub>5</sub>	mg/L	7.49	SNI 6989.72 : 2009
COD	mg/L	15	SNI 6989.2 : 2009

### Catatan:

- Parameter uji sesuai dengan permintaan
- pH diukur pada saat pengujian di laboratorium

Surabaya, 08-Juni-2017

Laboratorium

Kimia dan Lingkungan



Kurniandari, ST

NIP. 195402212005022001



**Lampiran 11 Matriks Analisis SWOT**

<div style="text-align: right; padding-right: 10px;"><b>Eksternal</b></div> <div style="text-align: left; padding-left: 10px;"><b>Internal</b></div>	<p><b>Opportunities</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ada pihak ketiga yang memiliki kemampuan dan izin dalam pengumpulan, pengolahan dan pengangkutan limbah B3</li> <li>2. Sudah ada peraturan pemerintah mengenai pengelolaan limbah B3 yang dapat digunakan sebagai acuan</li> <li>3. Sudah ada peraturan gubernur mengenai baku mutu air limbah yang dapat digunakan sebagai acuan</li> </ol>	<p><b>Threats</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ada sanksi administratif berdasarkan PP Nomor 101 Tahun 2014</li> <li>2. Adanya tim pengawas pengelolaan limbah B3 dari provinsi atau kabupaten/kota berdasarkan Permen LH Nomor 30 Tahun 2009</li> </ol>
	<p><b>Strengths</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. 60% dari lima departemen telah melakukan pemisahan limbah</li> <li>B. ITS memiliki lahan yang luas</li> <li>C. IPAL beroperasi dengan baik</li> </ol>	<p><b>Strategi SO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan kerjasama dengan pihak ketiga dalam melakukan pengelolaan limbah B3 laboratorium</li> <li>• Pengadaan TPS B3 atau ruang penyimpanan limbah B3 laboratorium</li> <li>• Optimalisasi IPAL secara terintegrasi antardepartemen di ITS</li> </ul>
	<p><b>Weaknesses</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. Hanya satu departemen yang memiliki IPAL B3 Laboratorium</li> <li>B. Baru 20% dari lima departemen melakukan pemberian simbol</li> <li>C. Belum ada pelabelan wadah limbah B3 laboratorium</li> <li>D. Teknisi kurang memiliki pengalaman dalam pengoperasian IPAL</li> <li>E. Belum ada rencana pengelolaan limbah B3 laboratorium secara terintegrasi</li> <li>F. Biaya pengangkutan limbah B3 laboratorium cukup besar</li> </ol>	<p><b>Strategi ST</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memiliki izin dalam pengelolaan limbah B3 laboratorium</li> </ul> <p><b>Strategi WO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan kerjasama dengan pihak ketiga</li> <li>• Melakukan kegiatan pemberian simbol dan label</li> <li>• Pengolahan limbah B3 laboratorium <i>in-situ</i></li> </ul> <p><b>Strategi WT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan pelatihan dan seminar mengenai pengelolaan limbah B3 laboratorium</li> <li>• Memberikan pelatihan operation dan maintenance IPAL untuk teknisi</li> </ul>



## BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Tuban pada 27 Desember 1994. Penulis mengenyam pendidikan dasar pada tahun 2001-2007 di SDN Latsari 1 Tuban. Kemudian dilanjutkan di SMPN 1 Tuban pada tahun 2007-2010 dan pada tahun 2010-2013 pendidikan tingkat atas dilalui di SMAN 1 Tuban. Penulis kemudian melanjutkan jenjang pendidikan S1 melalui di Jurusan Teknik Lingkungan,

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS pada tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP 3313100012. Selama perkuliahan, penulis aktif mengikuti kegiatan organisasi mahasiswa, seperti HMTL ITS dan EEEEC. Penulis juga aktif sebagai asisten praktikum, berbagai pelatihan, seminar nasional dalam rangka untuk pengembangan diri. Pada tahun 2016, penulis melaksanakan kerja praktik di PT Kimia Farma Plant Watudakon Jombang. Penulis berharap segala bentuk komunikasi yang ingin disampaikan kepada penulis, baik mengenai Tugas Akhir maupun saran pengembangan penelitian dapat dikomunikasikan langsung melalui email penulis [trestanurina@gmail.com](mailto:trestanurina@gmail.com).